

B. G. KUZNYECOV

AZ OROSZ TUDÓSOK HAZAFISÁGA



SZIKRA



B. G. KUZNYECOV

**AZ OROSZ TUDÓSOK
HAZAFISÁGA**

SZIKRA

BUDAPEST 1950

Az orosz eredeti címe:

ПАТРИОТИЗМ РУССКИХ ЕСТЕСТВОИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ
И ИХ ВКЛАД В НАУКУ

Moszkva, 1949

Fordította

NÁNÁSI GYÖRGY

AZ OROSZ TUDOMÁNY FORRASAINAL

Lomonoszov egyik feljegyzésében, amelyben a tudományról vallott felfogását vázolta, azt mondja, hogy egész munkásságának egyik legfontosabb célja: „...rámutatni arra, hogy a tudatos rosszindulatuak véleménye ellenére, Északnak is van génusza“. A lángeszű gondolkodó teremtményét ösztönözte az orosz tudományra szórt hazafiatlan rágalom leleplezése. Az orosz tudósok hazafiságukból merítették ihletet az alkotásra. A hazaszeretet elválaszthatatlan az igazi tudománytól, táplálja a meggyőződés tüzét, az önzetlen törekvést az igazságra és a nép jólétére, amely a tudomány szellemét élteti.

A szovjet nép mély tiszteletet és érdeklődést tanúsít az orosz tudomány multja és haladó történelmi hagyományai iránt. Az orosz természettudomány nemzeti vonásait mind a Szovjetunió tudósai, mind az egész világ haladó tudományos körei nagyrabecsülik. A haladó erőknek a polgári reakció elleni harcában a nemzeti jelleg tisztázásának igen komoly jelentősége van. A kozmopolitizmus, amely a nemzeti sajátosságokat nem ismeri vagy tagadja, a lemondás a nemzeti büszkeségről, a nemzeti voná-

sok lekicsinylése — mindez a polgári reakció céljait szolgálja. A kozmopolitizmus kifejezi a kizsákmányolók megvető és ellenséges beállítottságát a dolgozó néppel szemben. A kizsákmányolók egyetlen szentsége a profit; a profit kedvéért a tőkés lemond nemzetiségéről, nyelvéről, kulturális hagyományairól, országa függetlenségéről — mindenről. Éppen ez a burzsoá kozmopolitizmus alapja. A mi időnkben a kozmopolitizmus politikai értelme abban áll, hogy az amerikai monopoltőke érdekében leplezni akarja a nemzeti szuverénítás és a nemzeti függetlenség imperialista elnyomását. A kozmopolitizmus a nyugateurópai burzsoáziának és az úgynevezett „szocialistáknak“ a nemzeti érdekekkel, országuk méltóságával és függetlenségével ellentétes áruló politikáját is visszatükrözi.

A szovjet nép felismerte ellenségeit — a polgári kozmopolitizmus hirdetőit és lakáit és következetesen leleplezi őket.

A reakciós imperialista burzsoázia kezében a kozmopolitizmus a haladás elleni küzdelem fegyverévé vált. Az Atlanti-óceánon túli pénzoligarchia fegyverhordozói kidolgozták egy világkormány tervét, amely az imperialista trösztök világdiktatúráját teremtené meg. Ez a kozmopolita terv közvetlenül a Szovjetunió ellen irányul.

Ezért van az, hogy amikor a burzsoá kozmopoliták a világ valamennyi országának nemzeti sajátosságait lekicsinylik, ugyanakkor fokozott erővel tagadják a szovjet nép nagy vívmányainak eredetiségét és nemzeti gyökereit. Mindannak a lealacsonyítása és lebecsülése, amivel a szovjet ország népei a világkultúra tudáskincséhez jelentős mértékben hozzájárultak, nagy mértékben jellemzi az agreszív burzsoá kozmopolitizmust. A hajbókolás a

nyugati polgári kultúra előtt tulajdonképpen nem egyéb, mint a szocialista rend lekicsinylése és meghajlás a kapitalizmus, az idejétmúlt társadalmi rend előtt, amely háborúkat, rabszolgaságot és a kultúra elkorcsosodását jelenti az emberiség számára. „Nálunk — mondotta V. M. Molotov — az emberek még nem szabadultak meg teljesen a Nyugat kapitalista kultúrája előtti hajbókolástól és szolgalelkűségtől. Nem hiába, hogy a régi Oroszország uralkodóosztályai szellemileg nem ritkán nagymértékben függőségben voltak Európa kapitalista vonatkozásban fejlettebb országaitól. Ez lehetővé tette, hogy a régi értelmiség bizonyos köreiből szolgalelkűen elismerjék, hogy kisebb értékűek, és szellemi függőségben vannak Európa burzsoá országaitól. Aki nem szabadul meg ezektől a szégyenletes csökevényektől, az nem lehet igazi szovjet polgár. Íme, ezért hatja át a szovjet embereket oly határozott törekvés, hogy minél gyorsabban végezzenek a múltnak ezekkel a csökevényeivel, kérlelhetetlen kritikát fejtsenek ki a Nyugat és kapitalista kultúrája előtti hajbókolás és szolgalelkűség mindenemű megnyilvánulásával szemben.“*

Az agresszív burzsoázia harcot folytat a nemzeti szuverénitással ellen és a szovjet kultúra nagy vívmányainak egyetemes történelmi jelentőségét mindenáron kisebbíteni szeretné. E törekvéseiben felhasználja a hazug kozmopolita tanítást, amely szerint a tudomány fejlődéséből hiányoznak a nemzeti vonások. A valóságban a tudomány fejlődése a legszorosabban összefügg a népi élet egyéb vonatkozásaival és ha tudományos haladásról beszélünk, nem hagyhatjuk figyelmen kívül annak nemzeti for-

* *Molotov: A külpolitika kérdései. Szikra 1949. 597. old.*

máját. A polgári tudósok gyakran úgy tárják elénk a tudományos haladást, mint tisztára logikai átmenetet egyik elmélettől a másikhoz. Erről az álláspontból nézve, a tudományos haladás mozgatóereje nem a reális, valóságos, meghatározott nemzeti környezetben élő és cselekvő ember, hanem valamilyen elvont eszme, amely logikailag kifejlődve, következetes, történelmileg egymást követő, tudományos képzeteket alkot. Az ilyen idealista felfogás vezet ahhoz a hazug, kozmopolita állításhoz, hogy a tudomány fejlődése nem a nemzeti realitás talajából fakad.

A valóságban a tudomány adott nemzeti környezetben fejlődik és — az osztálytársadalomban — visszatükrözi minden egyes nemzeten belül az osztályok harcát. A forradalomelőtti Oroszországban az osztályharc két kultúra fennállásához vezetett: a kizsákmányolók reakciós, népellenes kultúrájához és a haladó, igazán hazafias kultúrához, amelyet a nép jólétének előharcosai teremtetek meg. Lenin „Kritikai megjegyzések a nemzeti kérdésről” című ismert művében megírta, hogy „két nemzeti kultúra van minden nemzeti kultúrában. Van egy nagyorosz kultúra, amely a Puriskevicseké, Gucsukovoké és Sztruvéké. De van egy olyan nagyorosz kultúra is, amelyet Csernüsevszkij és Plehanov neve jellemez”.*

A haladó tudományt elszakíthatatlan kapcsok fűzik ehhez a hazafias, haladó, igazi nemzeti kultúrához. Minden tudós, amikor a tudomány valamely ágát előbbreviszi és eredményeiből általános érvényű következtetéseket von le, ezzel gazdagítja a tudomány nemzetközi tárházát, egyúttal visszatük-

* *Lenin: Az irodalomról. Szikra 1949. 164. old.*

rözi nemzeti környezetének sajátosságait s alkotásában megmutatkoznak hazájának nemzeti jellegzetességei is. A tudomány tehát szükségszerűen nemzeti, nem pedig kozmopolita. A tudomány története számára nagyon fontos a tudományos felfedezések nemzeti elsőbbségének megállapítása. Az elsőbbség megállapítása elősegíti, hogy feltárjuk az egyes népek részvételét a világkultúra fejlesztésében és megmutassuk ennek a hozzájárulásnak a sajátosságait.

„A szovjet emberek — mondja Sztálin elvtárs — azt tartják, hogy minden nemzetnek — függetlenül attól, hogy kicsi-e avagy nagy — megvannak a maga jótulajdonságai, a maga jellegzetességei, amelyekkel csak ez az egy nemzet rendelkezik, s amelyek nincsenek meg más nemzeteknél. Ezek a tulajdonságok alkotják azt az értéket, amellyel minden egyes nemzet gyarapítja a világkultúra közös kincsesházát s amely kiegészíti és gazdagítja ezt a kincsesházat. Ebben az értelemben minden nemzet — a kis és a nagy nemzet egyaránt — egyenlő helyzetben van s minden egyes nemzet egyenértékű bármely más nemzettel.“

A természettudomány szovjet történészei azzal, hogy a hazai tudományos gondolat elsőbbségét megállapítják, leleplezik azt a burzsoá csalást, amellyel a Nyugat gyakran eltulajdonítja az orosz tudományos felfedezéseket. Ez az eltulajdonítás csakis a reakciós agresszió érdekében történik. Ezzel szemben a valósághoz hű bizonyítása annak, amivel a szovjet népek a világ tudományának és technikájának ismeretkincséhez hozzájárultak, az emberiség haladó erőit lelkesíti az imperializmus elleni harcukban.

A proletár nemzetköziség mindig küzdött az egyes országok nemzeti sajátosságait tagadó kozmo-

polita nihilizmus ellen. Küzdött az ellen, hogy a burzsoázia meghamisítsa az igazi történelmi képet, amely megmutatja minden egyes nép hozzájárulását a világkultúrához. A kozmopolitizmus és a burzsoá nacionalizmus két oldala ugyanannak a népellenes hadjáratnak, amely a kommunizmus, a béke és a demokrácia ellen folyik. A kultúra minden terén a kozmopoliták és a burzsoá nacionalisták játsszák a legreakciósabb szerepet. A kozmopoliták szemében minden nagyság és szépség gyűlöletes, mert a nagyság és a szépség mindig nemzeti formában jelenik meg. A zeneművek pártbírálata élesen és mélyrehatóan megmutatta, hogy a nemzeti vonások lekicsinylése a művészetben a meggyőződésnélküli formalizmus zsákutcájába vezet. Ez teljes egészében érvényes a tudományra is. A nemzeti forma megvétele a tudományellenes, metafizikai és idealista tévtanok mocsarába sodorja a tudományt. Igazi tudományos alkotás lehetetlen a Szovjetunió népei tudományos vívmányainak beható tanulmányozása és helyes értékelése nélkül. Az orosz tudomány történetének óriási jelentősége van az egész világ haladó tudósai számára. A Szovjetunió népei közül az orosz nép az, amelynek hagyományai a legjelentősebbek a haladó tudomány fejlesztésében. Ezeket a hagyományokat a Nagy Októberi Forradalmat követő időszakában új, még magasabb fokra emelték. A nemzeti kultúra imperialista elnyomása és a polgári sovinizmus ellen küzdő igazi internacionalisták, igazi hazafiak, az egész világon mély tisztelettel adóznak az élenjáró orosz tudósok munkásságának. Az igazi internacionalizmus valamennyi országban mély tiszteletet tanúsít annak a népnek tudományos hagyományai iránt, amelynek a legtöbb érdeme van az emberiségnek a fasiszta agressziótól

való megszabadításában és az új, harmónikus társadalmi formák kiépítésében.

A haladó tudomány mélyrehatóan nemzeti, mivel a népet szolgálja. 1938 május 17-én Sztálin elvtárs a főiskolák tudományos munkásainak fogadásán tartott beszédében megemlékezett az élenjáró tudományról is. A haladó tudomány első ismertetőjele, hogy a népet szolgálja. Élenjáró az a tudomány, „amely nem keríti el magát a néptől, nem tartja magát távol a néptől, hanem kész szolgálni a népet, kész a népnek a tudomány összes vívmányait átadni, amely a népet nem kényszerből, hanem önkéntesen, szívesen szolgálja.“*

Ebben a könyvben megkíséreljük bebizonyítani azt, hogy az orosz tudomány nagy győzelmeinek alapja a nép szolgálata volt. Mint az orosz irodalmat és művészetet, az élenjáró orosz természet-tudományt is a társadalmi kötelességnek, a társadalom szolgálatának eszméi, a szülőföld ipari és kulturális felvirágoztatásának hazafias törekvései hatják át. Ez a törekvés sarkallja a tudóst, nem engedi eltérni a formális, felületes tákolmányok irányába, készíti arra, hogy állhatatosan, következetesen keresse a természeti tűnemények hitelesen megokolt, tudományos magyarázatát, lerombolja a tudomány valamennyi „határát“ s hogy a kimeríthetetlen, abszolút, objektív igazságot mindinkább megközelítse.

A forradalomelőtti Oroszországban rendkívül kiélesedtek a kapitalizmus ellentmondásai. Oroszország népei különösen sokat szenvedtek a kegyetlen kizsákmányolástól. Ezek a népek példát-

* *Lenin—Sztálin: A szocialista munkáról és munkaver-senyről. Szikra 1949. 159. old.*

lanul hősies küzdelmet folytattak elnyomóik ellen. Lehetett-e ilyen történelmi körülmények között egy haladó nagy író vagy művész munkássága formális, eszmei tartalmat nélkülöző? Magától értetődik, hogy nem. Az ilyen művész nem lehetett volna sem nagy, sem haladó! Éppoly kevésbé akadáhatott Oroszországban nagy és élenjáró tudós, aki a fogalmakkal való önkényes játékra alacsonyította volna le a tudomány értelmét, aki a tudományt a jelenségek „ökonómikus“, „tisztá“ leírásának nyilvánította s a tudományos törvények reális jelentését tagadta volna. Nem, ha az orosz szép-irodalom lelke a mélyreható realizmus és a népszolgálat, az orosz tudomány lelke a tényleges, reális igazság szüntelen keresése, annak a valószínű igazságnak keresése, amely a népen segíthet. Csak ez a hazafias törekvés változtatja át a tények tanulmányozását alkotássá, csak a közösségi gondolatból fakadó tudományos szenvedély teszi a tudóst új tudományos értékek alkotómessterévé.

A múltban a nép sorsának megjavításáért, az ország hatalmának megszilárdításáért harcoló tudósok néha a kizsákmányolás új formáinak törtek utat. Lomonoszov azáltal, hogy a XVIII. században lerakta Oroszországban a kísérleti természet-tudomány alapjait, elősegítette a tőkés és földbirtokosok tulajdonában levő vállalatok fejlődését. De ez nem mond ellent annak a ténynek, hogy Lomonoszov és a haladó orosz tudomány többi nagyjai nem a földesurak és a tőkés gazdagítására, hanem az orosz társadalom előbbrevitelére, a haladó, fejlettebb létfeltételek győzelmére, a nép sorsának megkönnyítésére s az állam hatalmának erősítésére törekedtek.

A XVIII. században Oroszországban a termelés fejlődése csak a feudális és tőkés gazdálkodás fejlesztése formájában mehetett végbe, de ez előbbre vitte az országot, megszüntette a nép elnyomásának legsúlyosabb és legdurvább formáit s történelmileg haladást jelentett. A XVIII. század orosz tudósainak hazafias eszméi a haladás ügyét szolgálták s abból az őszinte és erőteljes törekvésből fakadtak, hogy a nép sorsán javítsanak.

Természetesen a távoli forradalomelőtti mult tudósainak hazafisága és a jelenlegi szovjet hazafiság között gyökeres különbség van. Ma a termelés, a technika, a tudomány és a kultúra fejlődése egyenesen és közvetlenül a népet és csupán a népet szolgálja. Annak a társadalomnak a fejlődését biztosítja, amely a kizsákmányolás valamennyi formáinak teljes megsemmisítésén alapszik. A szovjet tudós hazája olyan ország, amelyben az emberi boldogság és szabadság nagy eszméi megvalósultak, ahol mi sem tartóztathatja fel a kultúra és a technika fejlődését. A szovjet hazafiság törekvés a kommunizmus felé, a büszkeség érzése, hogy országunk a kommunizmushoz vezető úton az emberiség élenjáró csapata; a szovjet hazafiság elszántság, hogy minden erejét s ha kell, életét is feláldozza a kommunizmus felépítéséért.

A tudomány fejlődése a termelés fejlődésétől függ. Marx, Engels, Lenin és Sztálin tanítása a termelésről bebizonyítja, hogy a termelés szakadatlanul fejlődik, miközben változása és fejlődése mindig a termelőerők változásával és fejlődésével kezdődik. A természettudomány, fennállása óta, nélkülözhetetlen feltétele lett a munkaeszközök és műszaki eljárások fejlődésének s maga is a ter-

melőerők fejlődésével szoros összefüggésben fejlődött. A tudományos eszmék csupán akkor találnak alkalmazásra a termelés gyakorlatában, ha megfelelnek a társadalmi termelőerők fejlődési színvonalának és irányának. A tudomány ebben az esetben a termelés hatalmas átalakító erejének bizonyul. Minél nagyobb mértékben felelnek meg a tudományos gondolatok a termelés időszerű szükségleteinek, annál nagyobb a szerepük.

A tudomány nem gépiesen fejlődik. Fejlődése az emberek tudatos tevékenységének eredménye. A tudósok munkája annál termékenyebb, minél jobban törekednek arra, hogy országukban a termelés, a technika, a termelési eljárások s a tudományos-műszaki ismeretek maximális fejlődését biztosítsák. Az igazi tudós mindenekelőtt a legfőbb termelőerőt, magát a dolgozó népet igyekszik szolgálni. Ha a tudós tudatára ébred hazafias kötelességének, ha a népet szolgálja s a nép érdekeiből indul ki, ezzel a legnagyobb mértékben elősegíti a termelés fejlődését, eszméi ebben az esetben a legjobban megfelelnek a termelőerők fejlődési színvonalának s további növekedésük irányának. Éppen ezért csak a történelmi materializmus megvilágításában ismerhető fel a hazafiság kivételesen fontos szerepe a tudomány fejlődésében.

A termelőerők azonban a termelésnek, a termelési módnak csupán egyik oldalát adják. A termelés másik oldalát, az embereknek a termelés folyamán kialakuló egymáshoz való viszonyai, az emberek termelési viszonyai adják. „Ezek a viszonyok lehetnek kizsákmányolástól szabad emberek együttműködésének és kölcsönös segítségének viszonyai, lehetnek az uralkodás és alávetettség vi-

szonyai és végül lehetnek átmeneti viszonyok a termelési viszonyok egyik formájából a másikba.“*

A hazafiság magában foglalja a törekvést az ország termelőerői fejlődésének maximális meggyorsítására és meggyorsítja az átmenetet az ország termelési viszonyainak magasabbfokú formái felé. A kizsákmányoláson alapuló társadalomban azonban ellentmondás áll fenn a tudományos-műszaki haladás és a termelési viszonyok között. A termelési viszonyok korlátozzák a munkaeszközök fejlődését s nyomorra és elnyomottságra kárhoztatják a dolgozó embereket. A kapitalizmusra való áttérésnél tehát, amikor a természetkutató tudós a termelés fejlődését elősegítette, lehetővé tette a kizsákmányolás új formáinak fejlődését is, amelyek haladóbb, újabb formák ugyan, de mégis a dolgozók leigázásának formái. A tőkés társadalomban a haladó tudós helyzete ellentmondásokkal van tele, mert ennek a társadalomnak a természete is mélyrehatóan ellentétes.

A szocialista társadalomban, a termelési eszközök társadalmi tulajdona tökéletes összhangban áll a termelési folyamatok társadalmi jellegével. Itt a természettudomány fejlődése, mely a termelőerők fejlődését elősegíti, nem okozhat gazdasági válságokat és fokozott kizsákmányolást. Itt a hazafiasan gondolkodó természetkutató minden egyes felfedezésével a termelőerők s nyomukban a velük tökéletes összhangban levő termelési viszonyok növekedését és fejlődését szolgálja. Itt minden tudományos felfedezés egyenesen és köz-

* *Sztálin: A leninizmus kérdései. Szikra 1949. 651. old.*

vetlenül jobbá teszi a nép életét. Minél inkább a kommunizmus építésének szükségességéből indul ki munkásságában a tudós, annál merészebbek és messzemenőbbek természettudományos elgondolásai. A szovjet hazafiság a tudományos szocializmus eszméinek beható elsajátításán alapszik és ezeknek az eszméknek a megvalósítására törekszik. A szovjet hazafiság tehát hatalmas, a tudományt és a termelést átalakító erő.

A természettudósok hazafisága magában foglalja azt a törekvést, hogy az ország fokozatos fejlődését a legnagyobb mértékben elősegítse. A hazafiság tehát olyan társadalmi eszme, amely nem merev és változhatatlan. A XVIII. században a hazafiság az állam megszilárdítását és — tőkés üzemek építése révén — a külföldi uralom alól való felszabadítását követelte meg; a XIX. század végén és a XX. század elején a hazafiság azt a törekvést jelentette, hogy a tőkés magántulajdont, amely a hazai és külföldi gazdagok érdekében a nép leigázásához vezetett, teljesen megszüntessék. Az orosz természettudósok hazafisága mindig az orosz társadalom haladó erőinek győzelmére törekedett. „A társadalmi eszmék és elméletek különbözők — mondja Sztálin elvtárs. — Vannak régi eszmék és elméletek, amelyek már idejüket multák s a társadalom hanyatló erőinek érdekeit szolgálják. Ezek jelentősége abban áll, hogy gátolják a társadalom fejlődését, előrehaladását. És vannak új, haladó eszmék és elméletek, amelyek a társadalom haladó erőinek érdekeit szolgálják. Ezeknek a jelentősége az, hogy megkönnyítik a társadalom fejlődését, előrehaladását, mégpedig annál nagyobb jelentőségre tesznek szert, minél ponto-

sabban tükrözik vissza a társadalmi anyagi élet fejlődésének szükségleteit.“*

Az orosz természettudósok hazafisága abban a törekvésben nyilvánult meg, hogy meggyorsítsák az orosz társadalom előrehaladását és azt jelentette, hogy a tudósok az orosz társadalom fejlődésének időszerű szükségleteiből indultak ki. Éppen ezért az orosz természettudomány fejlődésében a hazafiság mindig a mozgató erő szerepét töltötte be.

*

Alljunk meg Lomonoszov tudományos munkásságánál. Lomonoszov kora rendkívül tanulságos képet tár elénk. Hiszen éppen a XVIII. században kezdődik a hajbókolás a Nyugat előtt, az orosz tudósok üldözése és elnémitása. Lomonoszov munkássága idején a Pétervári Tudományos Akadémián minden igazi tudósra tucatnyi, Péter cár és elődei alatt Oroszországba bevándorolt műveletlen és gögös jövevény jutott. Lomonoszov következetesen küzdött a külföldiek uralma és a hazai tudomány szolgai lekicsinylése ellen. Abban az időben a hirhedt Sumaher, az akadémiai kancellária mindenható titkára és a többi udvaronc, akik nem törődtek a néppel, nyelvét és kultúráját megvetették, gátolták az orosz tudomány fejlődését. Harc az orosz tudománnyal szemben ellenséges, reakciós erők ellen, ez volt Lomonoszov akadémiai tevékenységének egyik fő tartalma.

Lomonoszov tevékenységében, amely a külföldiek indokolatlan felmagasztalása ellen irányult, kifejezésre jutott az orosz társadalom ha-

* *Sztálin*: A leninizmus kérdései. id. kiad. 646—647. old.

ladó erőinek küzdelme a reakciós erők ellen. Melyek voltak ezek az erők?

Oroszországban a XVIII. században a földbirtokok mellett, amelyeken jobbágyok öntözték verejtékükkel a földesúr földjét, feltűntek és aránylag gyorsan fejlődtek a földbirtokosok és tőkések tulajdonában levő manufaktúrák, valamint bánya- és kohászati uzemek is. Az ipar és a kereskedelem aránylag gyorsan kiterjedt az ország újabb és újabb vidékeire. Ilyen körülmények között feltétlenül szukség volt a természettudományi ismeretek gyarapítására. A tudomány fejlődése elősegítette a földesúri és tőkés gazdaság növekedését, újabb nyereséget hozott a földbirtokosoknak és a tőkéseknek, de egyidejűleg lehetővé tette az áttérést haladóbb gazdasági formákra, előkészítette a termelés további fejlődését, meggyorsította a történelmi fejlődést, elősegítette a munkások számának növekedését, toborította a munkásokat, közelebb hozta a nép eljövendő felszabadítását mindennemű kizsákmányolás alól — tehát történelmileg haladó volt. A haladás szempontjából óriási jelentősége volt I. Péter harcának az állam katonai és ipari megerősítéséért. Az ország helyzete surgetve követelte ezt. Oroszországot már ősidők óta ablók vették körül. Kezdetben a mongol invázió keletről és a német betörés nyugatról pusztá tennállását is fenyegette. Később, a XVII—XVIII. században Oroszországnak délen a függetlenségét veszélyeztető törököket, északnyugaton pedig a svédekett kellett legyőznie. Az államnak, az erős ellenségek legyőzésére a leg-surgősebben hadsereget, flottát és ipart kellett létesítenie. Az államhatalom különféle módon próbálta lekuzdeni az ország elmaradottságát. Péter

igyekezett megtartani és kiterjeszteni a jobbágságot s fenntartani a földesurak hatalmát a jobbágyok felett, de ugyanakkor az ipart, a kereskedelmet és a fegyveres erőket is a lehető leggyorsabban és legjobban akarta fejleszteni. A maradiság védelmezői gátolták ezt az átalakulást, de a cár azokra a földesurakra és kereskedőkre támaszkodott, akik a tőkés profitot már megkóstolták. A XVIII. század elején Péter elérte Oroszország fegyveres erőinek, ipari hatalmának és kultúrájának aránylag gyors növekedését. Ilyenformán Péter abszolutisztikus állama haladó történelmi feladatokat oldott meg, noha természetesen a földesurak és kereskedők állama maradt. Meg kell azonban mondani, hogy Péter Nyugatról nem csupán egy jobb, haladóbb civilizáció mintaképét merítette. Számos idegent engedett be Oroszországba, akiknek reakciós szerepük volt az orosz társadalom fejlődésében. Ezekkel a fenntartásokkal a péteri reformok történelmi szerepe kétséggkívül haladónak nevezhető.

A péteri reformok közvetlen hatása alatt, a flotta, a hadsereg, hajógyárak, bányauzemek és manufaktúrák fejlődésével együtt a tudomány is előrehaladt. Nemcsak a bánya- és építőmesterek, mérnökök, tüzérek és felfedező utazók kérdéseire kellett választ adnia. A veszedelmes ellenségekkel körülvett Oroszország csak a maradiság védelmezői, a tudomány és a haladás ellenfelei ellen vívott kimerülhetetlen küzdelemben biztosíthatta hatalmát és függetlenségét. A maradiság védelmezői azon jajgattak, hogy Péter megszegi a vallás és az egyház által megszentelt ősi szokásokat. Meg kellett mutatni, hogy világi ügyekben a vallás nem törvény. A jelenségek természeti, anyagi

okait felfedő materialista tudomány az állam kulturális, gazdasági és katonai erősítéséért vívott harc fontos és nélkülözhetetlen része volt. Péter megértette, hogy új tudományos nézetek nélkül Oroszország nem válik hatalmas, gazdaságilag élenjáró, művelt állammá és nem képes leverni és megsemmisíteni a kincseinek megkaparintására törő idegen rablókat. Ezért gondoskodott Péter, hogy Oroszországban Kopernikus csillagászata és a természet jelenségeinek mechanikai magyarázata terjedjen el. Csillagászat, mechanika, fizika, kémia és matematika nélkül nem lehetett kifejteni és fejleszteni a „tengerészeti“ tudományt, megteremteni a flottát, a tüzérséget, hajógyárakat és manufaktúrákat. Már 1707-ben, Bruce felügyelete alatt Vaszilij Kiprijanov csillagászati táblázatot adott ki, amelyben megtaláljuk a világrendszer vázlatát és Ptolemaiosz, Tycho Brahe, Descartes és Kopernikus arcképét. 1717-ben megjelent Oroszországban Huygens „Cosmotheoros“ című könyve. A könyv kéziratát maga Péter nézte át, aki meggyőződéses híve volt Kopernikus rendszerének, amelyet Huygens értekezésében kifejtett. Érdekes, hogy Avraamov, a pétervári nyomda igazgatója, aki hevesen védelmezte a hagyományos nézeteket, felhasználta Péter távollétét és a könyv példányszámát 1200-ról 30-ra csökkentette. Saját szavai szerint ezt azért tette, mert „dobogó szívvel és lélekben szörnyűködve“ olvasta „a megzavarodott szerző ateista munkáját“. A tudomány elleni harcban a szakadárok annyiban különböztek az egyháztól, hogy egyenesen bűnösnek nyilvánították Pétert az egyházi dogmával szemben ellenséges új tudomány terjesztésében. A szakadárok így írtak Péterről: „És az eretnek könyvek taní-

tása szerint matematikai iskolákat s az istengyalázó tudomány akadémiaját állíttatá fel s ezekben elrendelé, hogy a csillagvizsgálás nyomán minden évben hittagadó kalendáriumok nyomtattassanak. Mindezzel egyre jobban a bolygókhoz és más égi tűneményekhez kapcsolta az orosz nép sorsát... amely nép kezdé elveszíteni Istenbe vetett bizalmát...”

Péter személyesen irányította a tudományos irodalom kiadását, olyan kiadványokról gondoskodott, amelyek megmagyarázták a népnek az általa kezdett hadjáratok és reformok értelmét és nemcsak a természettudományi és műszaki, hanem a történelmi kiadványok iránt is érdeklődött. Mint más területen is, Péter itt is behatóan foglalkozott a részletekkel, maga ügyelt minden egyes könyv fordítására és kiadására, s maga szerkesztette a fordításokat. Érdekes megjegyezni Péter viszonyát a tudományos természetismerethez és az empirikus hagyományhoz. Amikor Péter Hollandiában dolgozott, látta, miként épülnek a hajók a gyakorlati fogásokat egymásnak átadó mesterek kézművesi hagyományainak megfelelően. Ő másképpen akart hajókat építeni: az arányokat pontosan feltűntető tervek szerint, de úgy, hogy ezek a tervek a haditengerészet fejlődésével változzanak és tökéletesedjenek. Péter külön foglalkozott a hajóépítésnek az akkori időkben még új módszerével. De a tudomány Péter számára nem csupán a gyakorlati feladatok megoldásának eszköze volt. Gondolkodásában egyöntetű, tudományos világnézetre törekedett s megfeszített államfői elfoglaltsága mellett időt szakított természet-tudományi elmélkedésekre is. Kortársai mesélik, hogy egyszer Blumentroszt udvari orvossal együtt

óriási földgömböt vizsgálgatott, amelyben több tucat embert lehetett volna elhelyezni. Péter eközben azt fejtegette, hogy az ember a világegyetemben él ugyan, de hála a tudománynak, a világegyetem viszont benne foglaltatik az ember elméjében... Péter főleg Bruce-szal beszélgetett gyakran általános természettudományi és természetbölcseleti témákról. Mindig élénk érdeklődést tanúsított a kísérleti természettudomány és a természet megfigyelése iránt is. Maga is résztvett fizikai kísérleteken, megfigyelte a napfogyatkozást és mindenről jegyzeteket készített. Péter szeretett környezetének a napfogyatkozás és a többi, azelőtt csupán misztikusan értelmezett természeti jelenség természetes okairól beszélni. Kimutatta, hogy a napfogyatkozás az égitestek mozgása alapján megmagyarázható. A cár azt akarta, hogy környezetében elterjedjen a racionális természetfelfogás. Fegyvertársait a tudomány iránti tiszteletre nevelte. Péter a mechanikai alapon álló természettudománynak ilyenformán nemcsak hasznossági, hanem sokkal nagyobb nevelő jelentőséget is tulajdonított.

I. Péter olyan széles alapon vetette fel a gyakorlati feladatokat, hogy azok megkövetelték az alkalmazott ismereteken kívül az elméleti kutatások széleskörű fejlesztését is. Azt akarta, hogy Oroszország független, a nemzetközi haladás élén járó ország legyen. Az elméleti kutatások magas szintje biztosítja a tudomány eredetiségét és önállóságát s enélkül Oroszország nem válhatott élenjáró és önálló állammá. Ezért szentelt Péter nagy figyelmet az elméleti munkáknak.

Így tehát Péter elméleti érdeklődésének a természettudományok iránt, az az állandó gondos-

kodás volt az indítóoka, amellyel az állam nagyságát és hatalmát biztosítani akarta.

Péter olyan termelési technikát honosított meg Oroszországban, amelyet a technológiai folyamatok természetének mélyreható megismerése útján kellett megalapozni.

Egy rendkívül érdekes tanúbizonyság maradt ránk, amely megvilágítja Péter nézeteit a tudományos elmélet és a gyakorlati eredmények kölcsönös viszonyáról. „Én egyáltalán nem korholom — mondotta Péter — az alkimistát, aki a fémek arannyá változtatásának titkát keresi, sem a mechanikust, aki az örökmozgót igyekszik feltalálni... mert mialatt a rendkívülit keresi, váratlanul sok hasznos mellékeredményre jut.“

A tudomány mai történetírói tudják, mennyi nagy elméleti és gyakorlati felfedezésre jöttek rá az alkimisták és a perpetuum mobile tervezői munkájuk közben. De milyen széles tudományos látókörről kellett ahhoz, hogy valaki már a XVIII. században meglássa, hogy bár az ilyen kutatások zsákutcába vezetnek, de közben pozitív eredményeket hozhatnak!

1721 elején Pétert főleg az európai tudományos intézetek munkássága érdekelte. Megbízta külföldi képviselőit, hogy hívják meg a Pétervári Akadémiára a legnagyobb tudósokat, főleg matematikusokat és természetkutatókat. Tanácskozásokat folytatott a nyugateurópai tudósokkal a Pétervári Akadémia szervezetéről és alapszabályairól, de az 1724—25-ben megvalósított terv kizárólag az ő műve volt.

Leibniz és Wolff azt ajánlotta Péternek, hogy alapítson előbb egyetemet. Péter azonban úgy döntött, hogy önálló tudományos központot, Tудо-

mányos Akadémiát alapít s erre ruházza a kutató munkával együtt az oktatásnak és a műveltség terjesztésének feladatát is. Ez a terv közvetlenül Péter politikai célkitűzéseiből következett. Az állam nagysága, katonai hatalma és haladottsága megkövetelte, hogy Pétervárott önálló, és egyetemes kutató központot létesítsen. Péter 1724 január 20-i rendeletében kiemelte az Akadémia kutató és oktató hivatását. Blumentroszt jelentése, mely a Pétervári Tudományos Akadémia szervezésének alapjául szolgált, kifejtette, hogy: „az egyetem olyan tudós férfiak gyülekezete, akik a magas tudományra, mint: a filológiára és jurisprudenziára (jogtudományra), orvostudományra és filozófiára oktatják a fiatalokat, e tudományok mindmáig elért állapotának megfelelően. Az Akadémia viszont olyan tudós és tehetséges férfiak gyülekezete, akik a tudományokat nem csupán mostani alakjukban, mindmáig elért mértékükben ismerik, hanem kutatásaik által azokat tökéletesíteni és gyarapítani igyekeznek, de egyáltalán nincsen gondjuk másoknak az oktatására.“

A továbbiakban Blumentroszt utal az akadémiák és az egyetemek különválasztásának előnyösségére. Oroszország számára azonban célszerűtlennek ismerte el ezt a megoldást:

„Oroszországban épületet kell emelni a művészetek és a tudományok ápolására, de itt lehetetlen a többi állam elfogadta módot követni; tekintetbe kell venni mind az oktatók, mind az oktatandók megítélésénél az itteni állam helyzetét s olyan intézményt kell létesíteni, amely a tudományok gyarapításával ne csak a mostani időkben hirdesse az állam dicsőségét, hanem a tudományok

oktatásával és ápolásával a népnek a jövőben is hasznára válják.“

Péter 1725 elején meghalt. I. Katalin trónra lépése után kijelentette, hogy befejezi Péter kezdeményezését, a Pétervári Tudományos Akadémia megszervezését. 1725 közepe táján megérkeztek a meghívott tudósok. Pétervár akkori arisztokrata negyedének egyik legelőkelőbb házában, a volt Safirov-palotában szállásolták el őket. Blumentroszt — amikor Katalinhoz fordult s kérte, hogy ezt a házat adja át az Akadémiának — Péter következő jellemző rendelkezésére hivatkozott:

„Aldott és örökemlékü Császári Öfelsége személyesen megparancsolta, hogy ezt a házat az Akadémia saját szükségleteire átengedjék s az akadémikusokat három héten vagy egy hónapon át ingyen kosztoltassák; ezután pedig az Akadémia adjon gondnokot s lássák el az akadémikusokat méltányos áron ugyanabban a házban, nehogy korcsmákba és egyéb méltatlan helyekre járjanak s a pórnéppel érintkezve felvegyék annak szokásait s egyéb szórakozásokban idejüket tétlenül vesztegessék; számos példája akad azoknak a külföldieknek, akik hazájukban erkölcsösek, de pazarlókkal és részegeskedőkkel kerültek össze és semmittevőkkel lettek, sokkal több kárt mint hasznot okozván így az államnak.“

1725 november 12-én rendezték az első összejövetelt. 1725 december 27-én pedig az Akadémia, Katalin, Menysikov, Feofan Prokopovics, Aprakszin és mások jelenlétében ünnepi ülést tartott. Az udvar kezdetben nagy figyelmet fordított az Akadémiára. Ez a helyzet azonban Katalin halála után megváltozott.

A Péter uralkodását követő reakció éveiben

a Tudományos Akadémia abban az irányban folytatta tovább tudományos és felvilágosító tevékenységét, melyet az átalakulás megszabott. Az ipar és a kereskedelem fejlődött: az Akadémiát életrehívó okok továbbra is fennállottak. Az ország tovább haladt az ipari fejlődés, valamint kulturális és katonai ereje fokozásának útján. Ezekben az években azonban észrevehetően megerősödött a reakció is. Péter utódai sokkal kisebb mértékben törődtek a tudomány és a művelődés további fejlesztésével. Ismételten a reakciós körök oldalára állottak, amikor ezek megkísérelték fékezni a tudományok fejlődését. Péter leányának, Erzsébetnek uralkodása alatt a papság nem egyszer követelte a tudományos könyvek betiltását, főleg azokét, amelyek a föld napköri forgásáról szóló tanítást fejtegették.

A Szent Szinódus 1756-ban egész sor könyv betiltását követelte: „mostantól kezdve senki se merészkedjék a világok sokaságáról, avagy bármi olyasmiről írni vagy azt kinyomatni, ami a szent hitnek ellentmond és nem felel meg a tisztességes erkölcsöknek“. A Szent Szinódus a továbbiakban felhívta a figyelmet a Tudományos Akadémia által kiadott folyóiratokra. Szavai szerint „az Akadémia havi kiadványaiban olyan fordítások és művek vannak, amelyek sok, sőt néha számtalan világ fennállását erősítgetik; ez ellenkezik a szentírással és a keresztény hittel és sok ingadozó lelket a természet fensőbbiségének elismeréséhez vezet istené helyett.“

Péter utódai nem mindig védelmezték a régi, tudományosan megcáfolt dogmákat. A Szent Szinódus panaszai gyakran eredménytelenek maradtak. De az a tevékeny részvétel a tudományos élet-

ben, amely Pétert és fegyvertársait jellemezte, megszűnt. Ilyen körülmények között jött létre az Akadémián belül az ismeretes szakadás. Az egyik oldalon állottak a tudomány előharcosai, mindenekelőtt Lomonoszov, a másikon pedig az akadémiai kancellária hivatalnokai s a véletlenül az Akadémiába került, üresfejű, az orosz tudomány érdekeit semmibe sem vevő személyek.

A külföldiek zöme nem volt érdekelt az orosz tudomány fejlődésében. Nagyrészt „szerencse és ranghajhászás céljából“ jöttek Oroszországba. Az udvari körök s általában az uralkodóosztály felső rétegei pedig nemcsak közömbösen és megvetéssel, hanem ellenségesen viseltettek az orosz tudomány fejlődésével szemben.

A cári udvar védőszárnyai alá vette azokat az agyafúrt kalandorokat, akik az ország nyelvének, kultúrájának, természetének legcsekélyebb ismerete nélkül magukhoz ragadták a hatalmat az akadémiai intézményekben. Még Erzsébet uralkodása alatt is, aki pedig mindenképpen hangsúlyozta hűségét atyjának végakaratahoz és pártolta Lomonoszovot, műveletlen s az orosz tudománnyal szemben ellenséges német hivatalnokok voltak a hangadók az Akadémián. II. Katalin alatt sem szűnt meg az orosz tudomány lekicsinylése s az orosz tudósok felett gúnyolódó idegen kalandorok pártolása. Katalin eleinte liberális elveket vallott, de a cárnő liberalizmusa nagyon felületes volt s gyorsan elpárolgott. Pugacsov felkelése a reakciós nemesség élére állította Katalint. Katalin idejében eleven sugárban tört felszínre a valóban demokratikus közösségi gondolat. Katalin és udvara azonban a népi felkelésektől s a tudomány demokratikus következtetéseitől félve, to-

vábbra is mindenképpen a Nyugat előtti hajbókolás és az orosz tudomány lekicsinylésének hagyományát ápolta. Így tehát Péter utódai alatt a haladó orosz tudósok helyzete rendkívül súlyos volt.

A Tudományos Akadémián a kancellária tanácsosa, a már említett Johann D. Sumaher könyvtáros, volt az idegen basáskodás megtestesítője, aki az Akadémiát fennállásának első harminc évében ténylegesen kormányozta. Sumaher hatalma a Tudományos Akadémián főleg 1746-ban vált korlátlanná, mikoris Kirill Razumovszkij grófot, a cárnő kegyeltjének, Alexej Razumovszkijnak huszonkétéves fivérét nevezték ki az Akadémia elnökévé. Kirill Razumovszkij — akit Erzsébet küldött külföldre, hogy neveltetését kiegészítse — éppen ezidőtájt tért vissza. Bejárta Európa valamennyi nagyobb városát, hazatérte után pedig Ukrajna hetmanja lett s Gluhovban fényes udvart tartott. Tunyább, tudatlanabb, jelentéktelenebb, de egyúttal befolyásosabb elnököt nehezen lehetett volna találni. Sumahernak, hogy Razumovszkij befolyását felhasználhassa, meg kellett osztania hatalmát egy másik személlyel — Grigorij Tyeplov akadémiai adjunktussal, aki a fiatal mágnás külföldi utazása alatt annak tanítómestere volt. Tyeplov erős akaratú és becsvágyó ember volt, aki sok tekintetben nem maradt el Sumaher mögött. Tyeplov igen nagy befolyásra tett szert Razumovszkij felett. Röviddel utóbbinak az Akadémia elnökévé történt kinevezése után, Tyeplov ülnök lett az akadémiai kancellárián. Sumaher hamarosan igen jó viszonyba került vele.

Sumaher, ahol csak tehette, lenézően bánt az akadémikusokkal. Az orosz tudósoknak s min-

denekelőtt Lomonoszovnak Sumaher ellen folytatott küzdelme ennek a korszaknak sok okmányában visszatükröződik.

Mi volt a társadalmi jelentősége Lomonoszov fellépésének a Sumaher-féle klikk ellen? Ahhoz, hogy e kérdésre válaszolhassunk, figyelembe kell vennünk s kissé részletesebben jellemeznünk a Lomonoszov korabeli orosz tudomány történelmi gyökereit.

A XVIII. század haladó orosz természettudományát a jobbágy gazdálkodás és a tőkés viszonyok megjelenése hívta életre. A földesurak és a tőkések széles körben felhasználták az orosz természettudomány vívmányait. A feudális állam éppen ezért támogatta a tudományt. A kizsákmányolók élvezték a tudomány gyümölcseit, a tudomány elősegítette a nemesi és polgári manufaktúrák fejlődését, a nemesek és kereskedők kereskedelmi tevékenységét, a nemesek és kereskedők államának erősödését és a nép feudális-kapitalista kizsákmányolásának fejlődését. De vajjon azt jelenti-e ez, hogy a XVIII. század orosz tudományának történelmi jelentősége csupán az uralkodóosztályoknak nyújtott hasznában áll? Azt jelenti-e, hogy az orosz tudósok csupán az uralkodóosztályok érdekeinek védelmezői voltak?

Nem, ez a tudomány előbbrevitte Oroszországot s az országnak, az ipari és kulturális fejlődés útjára lépve, tovább kellett mennie annál, ami a földesurak és a tőkések ínyére volt. Amint már előbb mondtuk, a termelés, a kultúra és a tudomány fejlődése nemcsak megszabadította a dolgozókat a régi, barbár és legembertelenebb kizsákmányolási formáktól, hanem a munkásosztály megteremtésével és tömörítésével előkészítette az ország jövő

felszabadítását *minden* kizsákmányolás alól. Minél bátrabban és következetesebben harcoltak Oroszország élenjáró gondolkodói az új életformákra való áttérésért, annál nagyobb mértékben váltak a nép érdekeinek hordozóivá. A szülőföld és a nép szeretete, az a törekvés, hogy országukat élenjárónak, hatalmasnak, műveltnek és gazdagnak, népüket pedig boldognak és szabadnak lássák, — mászóval tehát a hazafiság — volt az, amely az élenjáró orosz gondolkodókat vezette. Ez a hazafiság készítette őket új filozófiai, társadalmi-politikai és művészi értékek megalkotására, ez tette őket a nép érdekeinek és reményeinek hordozóivá. A XVIII. század orosz gondolkodói közül sokan eljutottak a feudális-jobbágyi kizsákmányolás elleni közvetlen harcig; mások nem emelkedtek ugyan a forradalmi demokratikus világnézet magaslatára, de végeredményben ők is előmozdították a társadalom előrehaladását s a haladóbb társadalmi formák kialakulását.

A XVIII. század Oroszországában rendkívül magas fokot ért el a társadalmi és tudományos eszmék forradalmi irányzata. Ennek a kornak legnagyobb forradalmi gondolkodója és legkövetkezetesebb materialista filozófusa Ragyiscsev volt. Ragyiscsev materialista tanítását és a társadalomra vonatkozó forradalmi nézeteit az orosz életben végbe menő fejlődés hívta életre. A XVIII. században egész Oroszországban mind gyakoribbá váló parasztfelkelések óriási hatással voltak Ragyiscsevre, s nézeteinek legfőbb forrása az orosz parasztok osztályharcának kibontakozása volt. Ragyiscsev is abból a hazafias törekvésből indult ki, hogy az orosz nép akkori elviselhetetlen létfeltételeit megjavítsa.

A jobbágyság! Ez volt a legsúlyosabb átká a XVIII. században és a XIX. század első felében az orosz népnek, s vele együtt azoknak a nemeseknek — s később azoknak a raznocsinyeceknek* — akik a nép sorsát szívükön viselték. A feudális, jobbágyi rend, a nép teljes jogfosztottsága és nyomorúsága, a bárgyú és kegyetlen bürokrácia, a kultúra hiánya és az önkény már a XVIII. században kormányzatellenes irányzatot váltott ki az orosz társadalomban. Ez az irányzat bizonyos fokig a jobbágyság forradalmi hangulatát tükrözte.

A XVIII. században csaknem szüntelenül folytatódó jobbágyfelkelések végülis a hatalmas, Pugacsov által vezetett mozgalommá folytak össze, olyan mozgalommá, melyben a parasztokkal egy sorban résztvettek az urali munkások s a cárizmus elnyomása alatt nyögő baskir néptömegek is. A Pugacsov-féle felkelés megijesztette a földesurakat és II. Katalint, de Ragyiscsev, a nép felszabadításának bátor és következetes híve, a jobbágyok igazságos bosszúját és a nép eljövendő felszabadulásának zálogát látta ebben a felkelésben. „Utazások Pétervárról Moszkvába“ című könyvében, amely miatt Szibériába száműzték, Ragyiscsev ezt írta: „Oh! Ha a nehéz bilincsekbe vert rabok elkeseredésükben fellázadnának s vassal vernék szét szabadságuk útjában álló fejünket, embertelen uraik fejét, s vérünkkel öntöznék meg földjüket! Mit veszítene ezzel az állam? Körükből rövidesen nagy férfiak kerülnének a levert rend helyébe, de ezek

* Raznocsinyecek — vegyesrendűek; így nevezték a cárizmus alatt a nem-nemesi származású, különböző társadalmi rétegekből és csoportokból (hivatalnokok, alsópapság, parasztság városi kispolgárság stb.) kikerülő liberális vagy forradalmi demokratikus értelmiségieket. — *Ford.*

másképpen gondolkodnának s nem éreznék jogosnak azt, hogy másokat elnyomjanak. Nem álom ez; tekintetem áthatol az időknek a jövőt szemünk előtt elzáró vastag függönyén; egy egész évszázadon látok keresztül.“

Ragyiscsev megértette, hogy az idealista előítéletek elősegítik a nép leigázását. Síkraszállt az előítéletek ellen. Megmondta, hogy: „...a dolgok léte ismeretünktől független és önmagában fennáll“. Az anyag — mondja Ragyiscsev — olyan szubsztancia, melynek kiterjedése van, mely nagysággal, alakkal, ellenállással és oszthatósággal bír. Az anyag minőségi sajátosságai csupán attól függenek, hogy miként rendeződnek el nemminőségi elemei. A tudat csak a legbonyolultabb szerves anyagot jellemzi. Az anyagi világ megismerhető. A természetről hiteles képet nyerhetünk.

A társadalom fejlődésének materialista elméletéig Ragyiscsev nem volt képes felemelkedni. Úgy vélte, hogy a társadalmi visszaállásokat a helytelen, ésszerűtlen törvények okozzák. De a társadalmi fejlődésről alkotott téves nézete ellenére nem igen hitt abban, hogy a nemesek, a szabadság fölényét belátva, ajándékba adják azt a parasztoknak. Más, erőszakos és forradalmi utat képzelt el a paraszt-ság felszabadítására.

Ragyiscsev 38 évvel volt fiatalabb Lomonoszovnál. Ahhoz a nemzedékhez tartozott, amely az osztályharc jelentős kiéleződésének körülményei között nőtt fel és tanúja volt a mindjobban erősödő és elszaporodó parasztfelkeléseknek. Lomonoszov idejében nem voltak ilyen következetes forradalmi gondolkodók. Maga Lomonoszov sem volt forradalmi demokrata, nem volt elszánt és következetes ellensége a jobbágyrendszernek. Mégis Lomono-

szovnak a termelésre, a technikára és a kultúrára vonatkozó elgondolásai, az ő korában, tárgyilagosan ítélve, haladók voltak. Lomonoszov őszintén törekedett Oroszország termelőerőinek gyors és tökéletes fejlesztésére, az ország lakosságának legnagyobb jólétére. Ő még nem látta azt, amit a következő nemzedék haladó gondolkodói láttak, amit Ragyiscsev látott. Egyrészt nem lehet egy sorba helyezni a forradalmi gondolkodású Ragyiscsevet Lomonoszovval, másrészt viszont lehetetlen szemethúnyni az előtt, hogy Lomonoszov egész tevékenysége világnézetének osztályjellegéből eredő minden korlátozottsága mellett is, elősegítette az orosz állam megszilárdulását, termelő, kulturális és katonai erőinek fejlődését. Elősegítette a haladás nélkülözhetetlen előfeltételeinek létrehozatalát, ahhoz, hogy a kizsákmányolás legelmaradottabb formáit fel lehessen számolni. Nem lehet szemethúnyni az előtt sem, hogy Lomonoszov óriási hatással volt Oroszország kulturális fejlődésére, éppen azért, mert igazi hazafi volt s elgondolásai a népet szolgálták. Végül lehetetlen meg nem látni azt, hogy éppen Lomonoszov hazafisága, éppen a haza üdvéért vívott küzdelme vezették a nagy orosz természettudóst egyetemes, világtörténelmi jelentőségű felfedezései felé.

Arról van szó, hogy egy ország történetét korántsem csak az uralkodóosztályok alakítják. Az uralkodóosztályok természetesen a maguk szolgálatába állítják a tudományt és a kultúrát, de az elnyomottak adják a döntő lökéseket — a kizsákmányolók elleni küzdelmük során — a leghaladóbb tudományos és kulturális mozgalmaknak. Emlékezzünk még egyszer vissza Lenin szavaira a régi Oroszország két kultúrájáról. Ha a leninizmus elméletéből kiindulva az ország tudományos és kultu-

rális fejlődésének okait és sajátságait magyarázzuk, nem lehet az uralkodóosztályok érdekei és a tudományos elméletek tartalma közti kapcsolatra szorítkoznunk. A szovjet filozófiai és történelmi gondolkodás jogosan ítéli el az olyanfajta jellemzéseket, amelyekben Lomonoszov mint „a burzsoá-földbirtokos körök képviselője“ szerepel. A valóságban a mult kimagasló haladószellemű egyéniségeinek munkássága nemcsak az uralkodóosztályok érdekeit tükrözte, hanem a széleskörű népmozgalmakat is, s minél nagyobb mértékben tükrözödtek a politikus, a filozófus, az író vagy a tudós művében a nép érdekei, annál haladóbb volt történelmi szempontból a világnézete. A XVIII. században a parasztok felkelései, reményei és várakozásai Ragyiscsev világnézetében tükrözödtek s ez tette őt korának leghaladóbb gondolkodójává. A parasztok érdekei tükrözödtek Lomonoszov tevékenységében is, de természetesen sokkal kisebb mértékben és sokkal közvetettebben, mint Ragyiscsev világnézetében.

Ki ellen harcolt Lomonoszov? Már Péter uralkodása alatt megindult Oroszország felé a külföldi jövevények áradata. A Péter által Oroszországba bebocsátott idegenek között a számos értékes és szükséges fegyvertárs mellett kalandorok százai is voltak. Ezek kényükre-kedvükre fosztogatták az országot, így tehát annak elmaradottsága és gyengesége érdekükben állt. Pétert követően a reakciós földesurak az ősi szokásokhoz való görcsös ragaszkodásról hamarosan a Nyugat előtti kritikátlan hajbókolásra tértek át. Ez is az ország ipari, kulturális és katonai megerősödésével szembeni ellenálláson alapult. A maradi bojárok agyafurt üzérekre és jószágigazgatókra találtak az idegenekben. Péter hosszúszakállú ellenfeleinek fiai

Nyugat-Európa szórakozóhelyein prédálták el jobbagyaik kényszermunkájának gyümölcsét s mindennél jobban félték az iparosítástól, a hadsereg megerősítésétől, a flottaépítéstől, az államigazgatás központosításától, valamint a tudománynak és a műveltségnek az orosz nép széles rétegeiben való további elterjedésétől. A nemesség reakciós elemei a vámtarifák leszállítására törekedtek, hogy olcsóbban jussanak hozzá a nyugati árukhoz s továbbra is hátráltassák az orosz ipar fejlődését. Pár évvel Péter halála után az orosz kormány csökkentette a vámtarifákat s rendkívül megnehezítette az orosz ipari fejlődés feltételeit. Később, Erzsébet uralkodása alatt nőttön-nőtt a jobbagyokkal dolgozó nagy ipari vállalkozások tulajdonosainak befolyása. Vezetőjük Suvalov és Voroncov volt. Ez a csoport a védővámok politikáját s az iparfejlesztéshez szükséges katonai, politikai és kulturális előfeltételek megvalósítását követelte. Időnként sikraszállt a külföldiek basáskodása ellen is, amikor ez közvetlenül sértette a tekintélyes feudális vállalkozók ipari és kereskedelmi érdekeit, időnként pártfogolta az orosz tudósokat, ennek ellenére az előkelőségek körében továbbra is a Nyugat előtti hagyományos hajbókolás uralkodott.

Az idegen basáskodás elleni küzdelem s az a törekvés, hogy az oroszországi tudományt és kultúrát fejlesszék és elterjesszék, jelentette a haladó irányzatot a XVIII. század társadalmi életében. Magától értetődik, hogy ez az irányzat nem volt egységes. Ide tartoztak a jobbagyokkal dolgozó üzemek előbb említett nemesi tulajdonosai, ide tartozott a keletkezőben levő orosz burzsoázia, mely az ipar, a közlekedés és a kereskedelem fejlesztéséből igyekezett hasznot húzni, ide tartoztak azok a hazafiak,

akik az üzemekben, hajógyárakban és iskolákban látták a nép sorsa jövődő megjavulásának zálogát. Ide tartoztak végül azok az első orosz demokraták, akik a század végén Ragyiscsevben nézeteik lángeszű kifejezőjére találtak. A jobbágyi manufaktúrák tulajdonosai gyűlöltek Ragyiscsevet, aki a parasztság haragjának villámát hívta fejükre. Lomonoszovot és a többi hazafias tudóst megtűrték, de igyekeztek őket a néptől elszigetelni s nagymértékben gátolták munkásságukat. Suvalov és Voroncov számára Lomonoszov mindig idegen maradt. Zavarta őket az orosz tudomány magalapítójának erős közösségi érzése, a nép iránti szeretete s alig leplezett, sőt néha nyíltan kinyilvánított mélységes megvetése a hatalmasokkal szemben. Szerették volna a saját céljaik elérésére felhasználni Lomonoszov alkotását, de ez széttörte a neki szánt korlátokat. Hazafisága nem volt forradalmi mint Ragyiscsevé, de semilyen közössége sem volt a nemesség kapzsiságával.

Suvalov és Voroncov néha támogatták ugyan Lomonoszovot a Tudományos Akadémián fennálló idegen basáskodás elleni harcában, de ez a segítség csak ötletszerű és következtelen volt s nem gyökerezett határozott elvi állásfoglalásban. A nemesség egésze számára az idegen csöcselék támaszt jelentett a nép leküzdéséhez. Minél hevesebben lángholt fel az osztályharc, minél gyakoribbak és erőteljesebbek lettek a parasztfelkelések, annál mélyebb lett a szakadék a nemesség s a nép között, annál jobban fokozódott a nemesek behódolása az idegenek előtt.

Mondanunk sem kell, hogy a nemesség reakciós része, mely érdekelve volt a külföldi árukban és félt Oroszország ipari fejlődésétől, egyenesen ellen-

sége volt Lomonoszovnak s közvetlenül támogatta az idegenek közül „az orosz tudományoknak ellenségeit“, vagyis a Tudományos Akadémia ama tényezőit, amelyek az orosz kultúra, tudomány és technika fejlődését gátolták.

*

Vizsgáljuk meg ebből a szempontból Lomonoszov életének legfontosabb mozzanatait.

Lomonoszov 1711 november 21-én született, Holmogor város környékén, az Északi-Dvina torkolatánál, egy partvidéki telepescsaládban. A Fehér-tenger partvidékét régóta novgorodi származású, a szorgalmas és bátor novgorodi fajtához tartozó telepesek népesítették be. Az első telepesek utódai — halászok és hajósok — a ködös és viharos tenger végtelen térségein cirkáltak és az Északi-Dvina völgyében elterülő földekről gyűjtötték be sovány gabonatermésüket. A szabadságszerető, akaraterős partvidéki parasztok nem ismerték a jobbágyi függőséget, kiterjedt kereskedelmet folytattak, saját hajóikon vitorláztak távoli országokba, aránylag gyorsan alkalmazkodtak minden új gazdasági formához és közvetlen megfigyelésből jól megismerték a természetet. A Fehér-tenger partjain főleg azokban az években élénkült meg a gazdasági és kulturális élet, amikor Péter erős kézzel a felvilágosodás felé vezette az országot, meghonosította az ipart, fejlesztette a kereskedelmet, megerősítette a hadsereget és flottát szervezett. 1706-ban az Északi-Dvina torkolatában felépült a Vavesugszki hajógyár. Itt építették, szerelték és fegyverezték fel a nagy hajókat, Péter hadi és kereskedelmi flottáját. Számos műhelyben gyalulták, esztergályozták és ácsolták a

hajótestet, öntötték, kovácsolták, vasalták a fémrészeket, varrták a vitorlákat, verték a kötelet és égették a szurkot. Itt végezték a számításokat és szerkesztették a tervrajzokat is.

Lomonoszov éppen a hajógyár közelében, Dzeniszovka községben született. Apja jól felszerelt, messze az Északi-óceánt bejáró hajó tulajdonosa s az akkori időkhez mérten felvilágosult ember volt. Lomonoszov segített apjának a hajón, szántott, vetett, kapált s úgy látszik, egy ideig a hajógyárban is dolgozott. Mindenesetre gyakran fordult meg ott. Jellemző a mai természettudomány megalapítóira, hogy közelről ismerték a kézműipari vállalkozásokat s főleg a manufaktúrákban szórványosan alkalmazott gépeket. Lomonoszov első tudományos és műszaki benyomásaira az orosz manufaktúra nyomta rá a bélyegét. A kézműipar hatása és igényei tükröződnek később is életének és alkotó munkásságának számos jelentős mozzanatában. Lomonoszov azonban, Galileitől eltérően, a kézműipari technika felvetette tudományos feladatok megoldásánál a XVII. század és a XVIII. század első felének természettudományi eredményeiből indulhatott ki. Holmogorban természetesen nem ismerkedhetett meg ezekkel az eredményekkel; Lomonoszov tízéves korában tanulta meg a betűvetést, de csak tizenöt-esztendősen olvasta Szmotrickij nyelvtanát és Magnyickij számtanát. Utóbbi nem volt a mai értelemben vett aritmetikai tankönyv. Meglehetősen bőséges oktatást nyújtott a számtani műveletek egy részéről, egyes algebrai fogalmakról (haladványok, gyökök, egyenletek), de volt benne geometria (felületek mérése) és trigonometria is (táblázatok a háromszögek kiszámításához). Erre szorítkozott az, amit Lomonoszov otthon tanult.

Tudásszomja 1730-ban arra készítette, hogy elhagyja szülőfaluját és Moszkvába menjen. Moszkvában Lomonoszov bekerült a Zajkonoszpaszki kolostor mellett működő akadémiára. De Lomonoszovot ugyanúgy nem volt képes kielégíteni a pravoszláv skolasztikus bölcselet, mint ahogyan Nyugaton a katolikus skolasztika sem elégíthette ki a korabeli természettudomány többi úttörőjét. A lelkeszi akadémián alig adtak elő exakt tudományokat, Lomonoszovot pedig éppen ezek vonzották. 1735-ben Lomonoszovot, mint a Zajkonoszpaszki akadémia tizenkét legjobb tanulójának egyikét, felvették a Tudományos Akadémia mellett működő pétervári egyetemre. Ugyanebben az évben az Akadémiának Szibéria tanulmányozásához szüksége volt a bányászattal ismerős vegyészekre, s ezért három egyetemi hallgatót külföldre küldött a bányászat tanulmányozására. Köztük volt Lomonoszov is. A kézműves bányáskodás készítette az orosz ifjúság tehetséges képviselőit arra, hogy a természettudományhoz közeledjenek. 1736 őszétől Lomonoszov Marburgban Wolffnál tanult idegen nyelveket, matematikát, fizikát és kémiát. Itt ismerkedett meg a XVII—XVIII. század filozófiájával és természettudományával. Marburg után Freibergben, Henckelnél folytatta tanulmányait. Néhány levélből kitűnik, hogy a Henckelnél folytatott tanulmányok nem elégítették ki Lomonoszovot, mivel tanítómestere a természeti jelenségeket a régi hagyományok szerint, mindenféle rejtett sajátság segítségével magyarázta, úgy, amint ezt a peripatetikusok, azaz Arisztotelész tanítványai tették.

Lomonoszov 1740 november 16-án kelt levelében így ír Henckelről: „... Ugyanakkor megvetett minden észszerű filozófiát s amidőn egyszer az ő

utasítására a kémiai jelenségek okát kezdtem magyarázni (de nem az ő peripatetikus felfogása szerint, hanem a mechanika és a hidrosztatika tételei alapján), azonnal hallgatásra intett s a nála szokásos arcátlan gúnnyal megvalósíthatatlan csodabogaraknak nevezte magyarázataimat“.

A „mechanika és hidrosztatika tételeinek“ szembeállítására a „peripatetikus felfogással“ volt az elkövetkező években Lomonoszov alkotó munkásságának legfőbb jellemző vonása. A Henckellel történt szakításnak ilyenformán elvi jelentősége volt.

A freibergi bányászati tanulmányok nem múltak el nyomtalanul. Lomonoszov röviddel Oroszországba való visszatérte előtt a Harz-hegység bányavidékére került. Itt gyakorlatilag tanulmányozta az ásványtant és a bányászatot, miközben bejárta a Harz hegyes-völgyes vidékét. Megfigyeléseit szembeállította a tengerparti sólepárlásra vonatkozó visszaemlékezéseivel. Munkáiról szóló egyik jegyzetében ezt írja: „Különös, hogy már azelőtt is ismételtén megfordult sóvászarlás céljából a Fehér-tenger partmenti sópárlóiban s már meglehetősen ismerte a párolást, amelyet azután szorgosan és körülményesen Szászországban figyelt meg.“ (Lomonoszov harmadik személyben beszél önmagáról.)

1741 tavaszán Lomonoszov visszatért Oroszországba. Kinevezik a Tudományos Akadémia adjunktusává, majd hamarosan az Akadémia rendes tagja lesz. Lomonoszov nyomban megindította harcot Sumaher ellen s ez a harc egészen Sumaher haláláig (1761) eltartott. Suvalov gróf segítségével támaszkodva és hála saját energiájának, több esetben sikeresen szembeszállt Sumaher cselszövéseivel.

Egyidejűleg Sumaher veje, Taubert ellen is fel kellett lépnie. Taubert Sumaher halála után is

az akadémiai kancellária tagja maradt. Ez a helyzet II. Katalin trónraléptével sem változott meg. Az új uralkodó alatt Lomonoszov helyzete a Tudományos Akadémián még nehezebbé vált. Erzsébet halála és Péter meggyilkolása után Suvalov és Voroncov, akik a politikai fordulatig Katalin ellenfelei voltak, nem pártfogolhatták többé Lomonoszovot, viszont — Tyeplov és Taubert — Lomonoszov ellenségei, közel állottak az új udvarhoz.

Úgy látszik, hogy Tyeplov és Taubert Lomonoszov kárára használták fel befolyásukat, mert 1763-ban Katalin elrendelte, hogy Lomonoszovot a szolgálat alól mentse fel. A cárnő azonban rövidesen felismerte a Tudományos Akadémián ténylegesen uralkodó viszonyokat, visszavonta rendelkezését, állami tanácsossá nevezte ki Lomonoszovot, felemelte fizetését — így fejezte ki rokonszenvét az orosz tudós iránt.

Lomonoszov életének utolsó éveit azonban mégis elhomályosították Taubert üldözései. Katalin nem igen avatkozott be az akadémiai kancellária tevékenységébe, noha Taubertet még lopásokra is képesnek tartotta.*

Az akadémiai kancelláriát azonban csak nem sokkal Lomonoszov halála után szüntették meg.

Lomonoszov egy negyedévszázadon át küzdött „az orosz tudomány ellenségei” ellen. Egy negyedévszázadon át az ő munkái alkották a Pétervári Akadémia díszét és dicsőségét. Meglepő mindenek-

* Amikor Katalin a Moszkva és Pétervár közötti csatorna építését előkészítette, véletlenül megtudta Abram Hannyibaltól (akinek egyik leszármazottja Puskin volt), hogy a csatornának Péter alatt felállított terve, Péter egyéb okmányaival együtt a Tudományos Akadémiára került. Erre a következő határozatot jegyezte fel: „Ha ezek a tervek az Akadémián vannak, felesleges kikérni őket, mert valószínűleg úgylis ellopták.”

előtt ezeknek a munkáknak enciklopedikus volta. Puskin szavai szerint „misem nyujthat tisztább fogalmat Lomonoszovról, mint a következő, Suvalovnak benyújtott jelentése“. Puskin idézi ezt a legkülönfélébb munkákról beszámoló jelentést:

„Anno 1753.

A kémiában. 1. Folytatódtak a színek természetének tanulmányozására vonatkozó kísérletek, amint ezt az ezévi napló 56 oldalon át tanúsítja. 2. Az előadások befejeztével újabb fizikai és kémiai kísérleteket végeztem, hogy a kémiát, amennyire lehetséges, közelebb hozzam a filozófiai megismeréshez s a szilárd alapokon nyugvó fizika részévé tegyem; a nagyszámú kísérlet alapján a mértékek, súlyok és ezek arányainak feltüntetésével 24 oldalas számtáblázatot készítettem, amelynek minden egyes sora egy-egy teljes kísérlet eredményeit tartalmazza.

A fizikában. 1. Az elhunyt Rihman tanárral kémiai és fizikai kísérleteket végeztem a laboratóriumban annak a hőmérsékletnek a tanulmányozására, melyet a víz a benne feloldott és előzőleg kiizzított ásványoktól átvesz. 2. Nagyon veszélyes megfigyeléseket végeztem a légköri elektromosságra vonatkozóan. 3. Nyilvános előadást tartottam az elektromos erőtlől származó légi tüneteményekről s kifejtettem a természetnek sok egyéb sajátosságát is. 4. Kísérleteket végeztem, melyekből kitűnt, hogy a színek, főleg a vörös szín, a fagyban élénkebbek mint a melegben.

A történelemben. 1. A régebben említett szerzőkből vett jegyzeteket számozott rendbe foglaltam. 2. Elolvastam az Orosz Akadémiai Évkönyveket, jegyzetek nélkül, hogy áttekintésem és alapos foglaltam legyen az oroszországi eseményekről.

Az irodalmi tudományokban. 1. Rendbeszedtem

az ígéket az orosz nyelvtan számára. 2. Öt versvázlat a január 1-i, április 25-i, szeptember 5-i, november 25-i és december 18-i kivilágításhoz és tűzijátékhoz.“

Ha ezt a lajstromot figyelmesen végigolvassuk és fontolóra vesszük, csodálatos sokoldalúságával és teljes fényében áll előttünk Lomonoszov alakja. Mindenekelőtt látjuk, milyen nagy és fáradhatatlan kísérletező volt. Ez az 56 oldal a színek tanulmányozására vonatkozó kísérletek leírásával, amelyről Lomonoszov ír, azt jelentette, hogy a XVIII. században végre megjelent Oroszországban az új, a kísérleteken és a gyakorlati tapasztalatokon alapuló természettudomány, az a természettudomány, amely a természet titkait nem könyvekből vett, ósdi, idejüket múlt ismeretek ismételtetésével, hanem laboratóriumi kísérletekkel és a természeti jelenségek megfigyelésével akarja megfelfedezni. Lomonoszov utal továbbá kémiai kísérleteire, hogy „a kémiát, amennyire lehetséges, közelebb hozzam a filozófiai megismeréshez és a szilárd alapokon nyugvó fizika részévé tegyem“. Ezekben a nagyszerű sorokban tükröződött az új természettudomány egész lényege. Az új, Lomonoszov képviselte természettudomány arra törekedett, hogy a kémia ugyanolyan világos tudományággá váljék mint a mechanika s a fizika bizonyos ágazatai. A fizika czidőtájt olyan képet festett a világról, amely kizárólag a szilárd testek mozgásának ábrázolására szorítkozott. A század élenjáró vegyészeinek feladata az volt, hogy ebbe a képbe belefoglalják a kémiai jelenségeket, s ezeknek a jelenségeknek az összességét az új természettudományhoz csatolják, vagy — Lomonoszov kifejezése szerint — „a szilárd alapokon nyugvó fizika részévé“ tegyék.

A jelentés a továbbiakban emlékeztet a „hőmérséklet tanulmányozására“ végzett s az egyéb fizikai kísérletekre. Lomonoszov 1753-ban az atmoszféra elektromos tünényeinek, azaz a villámlásnak, a mennydörgésnek és az északi fénynek a magyarázatán is dolgozott. Egyidejűleg foglalkozott az orosz történelemmel s orosz nyelvtant is szerkesztett... S mindezt csupán az 1753-as évben! Ez a sokoldalúság nem fért kortársainak a fejébe s a nyugateurópai irodalomban sokáig fennállt a legenda „Lomonoszovról, a vegyészről, aki nem tévesztendő össze a hasonló nevű költővel.“ A valóságban Lomonoszov szépirodalmi és tudományos műveit nemcsak a szerző azonossága, hanem a történelmi feladat közössége, a közös vonások és a belső összefüggés is egyesíti. Sz. I. Vavilov helyesen mutat rá arra, hogy Lomonoszov enciklopédizmus nem csupán ugyanazon alkotó munkássága különböző irányzatainak összetétele, hanem hogy Lomonoszov különböző kutatásait közös alapelvek fűzik egymáshoz. Sőt, ezen túlmenően eszmei forrásaik szerint egységet alkotnak egymással Lomonoszov szépirodalmi és természettudományi művei is. „A nagy orosz enciklopédista valóban teljes *egyéniség* volt; mintha egyetlen kösziklából faragták volna ki. Nem szabad elfelednünk, hogy Lomonoszov költészetét a természettudomány köréből vett motívumok, gondolatok és elmélkedések hatják át s hogy költői művei egyes esetekben kitűnő tudományos didaktikus képeket tárnak elénk. Másrészt Lomonoszov tudományos prózája s főleg a «Szavak» című műve néha a szépirodalmi prózának ugyanolyan klasszikus példái, mint Galilei «Saggiatore»-ja. Lomonoszovnak a színes üvegre vonatkozó kémiai ku-

tatásai az üvegmozaikot művészi tökélyre emelték. Magának a kémiai-technológiai témának, a színes üvegnek megválasztása is Lomonoszov művészi hajlamairól tanúskodik. Ezért helyes Lomonoszovnak Leonardo da Vincivel és Goethével való összehasonlítása s ezt nem csupán Lomonoszov kulturális munkásságának sokfélesége, hanem a szépirodalmi, történelmi és tudományos érdeklődésének és rátermetségének szerves egybeolvadása is igazolja. Lomonoszov Oroszországban élő és tevékenykedő kortársai között számos «polihisztor» akadt, akik például a matematikai kutatásokat krónikák kiadásával kapcsolták egybe. Ezeknek a férfiaknak az enciklopédizmusa azonban külső követelményekből, nem pedig — mint Lomonoszovnál — belső szükségből fakadt.“

Lomonoszov hazafisága tette enciklopédikus tevékenységét egységessé. Hazafiság hatja át Lomonoszovnak mind természettudományi műveit, mind költeményeit és történelmi-filológiai munkáit. Történelmi munkáiban állást foglalt az orosz állam eredetének úgynevezett normann változata ellen. Ennek a szemléletnek a hívei azt állították, hogy az orosz államot a Skandináviából jött varégok alapították. Ezt az álláspontot fejtette ki többek között Miller is. Lomonoszov Miller ellen foglalt állást s tiltakozott a szlávok történelmi múltjának hazug eltorzítása ellen. „Amit Miller úr mond, — írta Lomonoszov — az igaz: őseinket dicső tetteik miatt nevezték szlávoknak, de egész értekezésében éppen ennek az ellenkezőjét igyekszik kimutatni, mert nála minden egyes oldalon a skandinávok gyilkolják, kirabolják s szerencsésen legyőzik az oroszokat... Ez igazán komikus, s ha Miller értené a

módját, hogy ezt eleven stílussal fejezze ki, akkor az oroszokból olyan nyomorúságos népet csinálna, amilyennek író eddig még a legutolsó népet sem ábrázolta.“

Fellépett Lomonoszov Schlözer ellen is, aki filológiai munkáiban kijelentette, hogy az orosz szavak a németből származnak. Lomonoszov egész sor hasonló állításra mutatott rá Schlözer munkáiban s ezt mondta: „Mindebből látható, hogy milyen undorító garázdasággal tapos a szépséges orosz multban az oda beeresztett csorda.“

A természettudományi- és a szépirodalom közös feladatai közé tartozott, többek között az irodalmi nyelv reformja is. Lomonoszovnak rendkívül jelentős szerepe volt ebben a reformban, amely előkészítette a talajt a korszerű orosz nyelv megteremtéséhez. Lomonoszov tanítása a három „stílus“-ról segített megtisztítani az orosz nyelvet a régies egyházi és ószláv szavaktól és fordulatoktól, minthogy az ezektől mentes „alsóbbfokú stílus“ a széles néptömegek nyelve volt s Lomonoszov ezt vezette be az irodalomba. Lomonoszov beállítottságát azonban az egyházi és ószláv kifejezésekkel és szókinccsel szemben eléggé bonyolulttá tette az, hogy a szlavianizmusoknak rendkívül jelentős szerepük volt az orosz tudományos és irodalmi nyelv reformjában.

Lomonoszov világosan látta, hogy az egyházi könyvek nyelvezete összefügg a kulturális örökséggel. „Az egyházi könyvek hasznosságáról az orosz nyelvben“ című cikkében ezt írta: „Milyen sok felesleges görögöt találunk a szláv nyelvben s ezért növeljük az orosz szókincs gazdagságát, amely pedig már a saját gazdagsága révén is nagy és közel áll a görög szépségnek az ószláv révén való befoga-

dásához.* A XI—XVI. század egyházi könyveiben az antik tudománynak elég sok eleme volt felfedezhető, egészen az egyházi szövegek között veszendőbe ment s a teológiai hagyomány által elégetett és eltorzított ógörög atomisztika és Arisztotelész természettudományi nézeteinek töredékeiig. Az orosz tudományt megszakítatlan szálak fűzik egybe a feudális Oroszország könyves kultúrájának eme elemeivel. De minél tovább haladt a fejlődés, annál inkább váltak a tudományos irodalom és publicisztika kerékkötőivé az egyházi és ószláv szókincs és kifejezések. Ezenfelül a régies szlavianizmusok gátolták a felvilágosodást, az új társadalmi és természettudományi eszméknek széles körben való terjesztését: „Ezért kerülni kell a régi és immár nem használatos ószláv beszédeket, amelyeket a nép nem ért meg, viszont nem szabad elhagyni azokat, amelyek az egyszerű beszélgetésekben ugyan nem használatosak, de melyeknek jelentése a nép előtt ismeretes.“** Lomonoszov feltűnő bátorsággal bevette a népi nyelvet az irodalomba s kivetette az irodalomból az elavult szavakat és kifejezéseket. Lomonoszov szellemi ellenfelei tiltakoztak. Tregyakovszkij például egyik Lomonoszov ellen irányuló költeményében azért szidja Lomonoszovot, amiért a népi nyelvet a költészetbe befogadta.

Lomonoszov költeményeivel győzelemre vitte a hangsúlyos verselést az orosz költészetben. Ezt a verselést tulajdonképpen Tregyakovszkij vezette be elsőként, de csak Lomonoszov alkotásai szerezték meg a hangsúlyos verselésnek a győzelmet és az elismerést.

* *Lomonoszov* Összes Művei. 1847. IV. köt. 225—226. old (oroszul).

** U. o. III. köt. 67. old.

Lomonoszov nem csupán szépirodalmi műveivel fejlesztette ki az orosz irodalmi nyelvet. Elősegítették ezt tudományos és műszaki munkái is. Lomonoszovot követően megváltozott, sokkal népibb lett mind a szépirodalmi szókincs, mind a tudományos és műszaki terminológia. A XVIII. század utolsó negyedében már észrevették az orosz nyelvnek Lomonoszov feltárta kimeríthetetlen gazdagságát és meggyőződtek arról, hogy az orosz nyelv igenis képes kifejezni mindazokat az eszméket és fogalmakat, amelyekkel az orosz kultúra a XVIII. században kibővült.

Lomonoszov és vele együtt a XVIII. század néhány tudósa gyökeres fordulatot valósítottak meg a tudományos irodalomban azáltal, hogy közelebb hozták a néphez.

A XVIII. században az udvari nemesség, valamint a Tudományos Akadémia hivatalos vezetői igyekeztek, hogy Lomonoszovban csak udvari költőt lássanak és teljesen háttérbe tolták tudományos munkásságát; mi több, néha-néha azon sajnálkoztak, hogy Lomonoszov a tudományos munka kedvéért elfordul udvari kötelezettségeitől. Az 1799. évi „Akadémiai Értesítő” cikket közölte a Tudományos Akadémia egyik vezetőjének tollából s ebben ez állt:

„Ennek az írónak a képességei a maguk nemében oly nagyok, annyira irigylésreméltók és rendkívüliek, hogy sokan sóhajtoznak amiatt, miért volt ez a nagy értelem mindenre képes s osztotta meg idejét a tudomány valamennyi ága között, az írásművészet rovására, mely utóbbiban eddig még senki sem tudta pótolni.”

Lomonoszov értékelése szerint az a törekvés, hogy a költészetet a tudományos tevékenységtől elválasszák, elfogultságot jelentett költői munkássá-

gával szemben. Ennek az utóbbinak udvari jellegét tulajdonították s az ünnepi ódákat tekintették Lomonoszov legfőbb irodalmi érdemének.

Lomonoszovot pártfogója, Suvalov gróf arra buzdította, hogy adja fel a kémiai kutatásokat és szorítkozzék csupán történelmi munkákra és versekre. Lomonoszov Suvalovnak írt levelében kérte, hogy hagyja meg neki, legalább pihenés és szórakozásképpen a fizikai és kémiai munkát (a század legfontosabb természettudományi munkáiról volt szó!). Ezt írta: „Ami pedig a fizikában és a kémiában való fáradozásaimat illeti, sem szükségét, sem lehetőségét nem látom annak, hogy ezeket teljesen feladjam. Minden embernek szüksége van arra, hogy munkája után pihenjen: evégből dolgavégeztével ki a vendégeivel vagy övéivel való kártyázásban, avagy dámajátékban, ki pedig a dohányfüstben keresi szórakozását, ezekről én már régen lemondottam, mert mindebben az unalmon kívül más egyebet nem találtam. Így tehát bízom abban, hogy az orosz történelem összefoglalására és művelésére s az orosz szókincs ékesítésére fordított munkám végeztével nekem is szabad lesz naponta pár órát pihennem s hogy ezeket az órákat biliárdozás helyett fizikai és kémiai kísérletekhez használhatom fel, mivel ezek nemcsak kiváló szórakozást nyújtanak nekem, hanem, mint testmozgás, valóságos orvosságot jelentenek számomra...”

Megrendítő okmánya ez ennek a korszaknak: korának legnagyobb fizikusa és kémikusa azt kéri, hagyják meg neki a jogot, hogy legalább pihenőként foglalkozhasson fizikai és kémiai munkáival. Az arisztokrácia az udvari poéta, az ünnepi ódák szerzője szerepére akarta kárhoztatni Lomonoszovot. De Lomonoszov és barátai szakítottak ezzel a

hagyománnyal. Megjegyzendő, hogy Lomonoszov néha még udvari ódáinak sem adott udvarképes tartalmat. Ezekben hazájának hatalmát, népének energiáját és tehetségét s a természet megismerését énekelte meg. A Lomonoszov körüli küzdelem még portréiban is tükröződött. Nagyon jellemző annak a portrénak a története, melyet Fessard festőművész készített 1757-ben Suvalov megrendelésére. Ez a portré ellentmond Lomonoszov tevékenysége legjelentősebb tartalmának és a tudós egyéniségének. A portré Lomonoszov udvari állását emeli ki. A képen Lomonoszov egy asztal előtt ül és ír. Arca kifejezéstelen és személytelen, az akkori idők udvari festészetének modorában. A háttérben tenger, felhők, zivatar, azaz tisztára dekoratív tájkép. A portré mesterkélt, csaknem térdelő helyzetben ábrázolja Lomonoszovot — rendszerint így ábrázolták az udvaroncokat. Amikor Lomonoszov ezt a portrét megkapta, határozottan visszautasította s megbízta Vortman festőt a kompozíció megváltoztatásával. A test térdelő helyzetét megváltoztatták s a mesterkélt tájképet egy gyár reális, mindennapi képével, olvasztókemencével, malommal és fákkal helyettesítették.

A másik portrét olyan művész készítette, aki ugyanabba a társadalmi rétegbe tartozott mint Lomonoszov. Fedot Subin, a XVIII. század kiváló orosz szobrásza, aki Lomonoszov szülőfalujából származott, számos mellszobrot készített a tudósról és megfestette olajfestékekkel portréját is.

Subin, reális, férfias és energikus jelleget adott Lomonoszov alakjának. Az arc itt már nem személytelen, lágy és kifejezéstelen, mint Fessardnál, hanem ellenkezőleg, energikus és markáns vonású. Ugyanilyen vonásokat mutat Lomonoszovnak a Tu-

dományos Akadémián levő márvány mellszobra, csontba vágott portréja és Subin többi, Lomonoszovot ábrázoló műve is. A márvány mellszobron Subinnak sikerült visszaadnia Lomonoszov elmélkedő mosolyát, amely egész belső világával összhangban áll.

Térjünk azonban vissza Lomonoszov költői alkotásához. Amikor a tudományról, az irodalomról, a művészetéről írt, mindenkor társadalmi hasznosságukat igyekezett kiemelni. Lomonoszov számára mind a tudomány, mind az irodalom a társadalom szolgálatát jelentette.

Ezzel függ össze a mélyreható közösségi gondolat is, amely oly világosan jut kifejezésre levelezésében: „A köz javáért, s főleg a tudománynak hazánkban való megszilárdításáért még az édesapám ellen fordulni sem tartom bűnnek...“, írta Lomonoszov.

Lomonoszov felfogása szerint a tudományhoz hasonlóan a művészetnek is elsőrangúan fontos társadalmi szerepe van. „Nem apróságokban látom a költő hivatását — mondotta — hanem a társadalom polgáraként óhajtom látni, aki ujjával rámutat az emberek hibáira.“

Tregyakovszkijnak és Szumarokovnak, Lomonoszov ellenfeleinek, egészen más véleményük volt a költészetről. Tregyakovszkij ezt írta:

„Az irodalomban ugyanúgy szükségesek a versek, mint egy jól terített asztalon a gyümölcs és édesség, a nehéz ételek után.“ Tregyakovszkij módjára Szumarokov is úgy vélte, hogy „a költő ihletének forrásai a szabadság, a semmittevés és a szerelem“.

Lomonoszov tudatosan más forrásokból merített: a költő-polgár és a költő-gondolkodó minta-

képe volt. Azáltal, hogy a költészetet eszmei tartalma és társadalmi jelentősége szerint értékelte, természetszerűen közelebb hozta a költészetet a tudományhoz. Lomonoszov költészetét magasztos eszmék hatják át. Nagy szerepük volt ezek között az eszmék között a természettudományi motívumoknak, a természetről és ennek tudományos feltárájáról szóló gondolatoknak. Lomonoszov nemcsak arra törekedett, hogy az új tudományos ismeretek elterjedjenek, hanem arra is, hogy a széles néprétegeket a környező világgal szemben új magatartásra ösztönözze s ezért gyakran versekben fejtette ki természettudományi felfedezéseit. Puskin később hangsúlyozta, hogy Lomonoszov számára a költészet a természettudományi ismeretek terjesztésének eszköze volt. Maga Lomonoszov is nagyobb jelentőséget tulajdonított tudományos munkáinak mint a költészetnek. „Milyen megvetéssel beszél Szumarovról — arról az emberről, aki semmi másra sem gondol a szegényes rímfaragáson kívül...“, írta Puskin.

Puskin rámutatott arra, hogy Lomonoszovban mennyire megvolt saját méltóságának tudata, ami a XVIII. században élesen kiemelte a nagy orosz tudóst az udvari erkölcsök háttéréből. „Értette a módját, hogy helyt álljon magáért s ha becsületéről avagy kedvenc eszméi kivívásáról volt szó, nem törődött sem mecénásainak pártfogásával, sem pedig a saját jólétével. Hallgassák meg, mit ír Suvalovnak, műzsája urának, magas védnökének, akinek az az ötlete támadt, hogy tréfát üzzön vele: «Én, Kegyelmes uram, nem akarok a hatalmasoknak, az én istenemnél kisebb uraknak a bolondja lenni». Más alkalommal, amikor Lomonoszov ugyanezzel az arisztokratával vitába szállt, úgy felbőszítette, hogy

Suvalov kifakadt: „Eltávolítlak az Akadémiáról!» — «Nem — vetette ellene büszkén Lomonoszov — inkább az Akadémiát távolítják el tőlem!» Ilyen volt tehát a dicshimnuszok és udvari idillek eme megalázott költője.“

Lomonoszov hazafias költeményeit az orosz fegyverek győzelmei dicsőítésének szentelte. Emlékeztetünk arra az ódájára, amelyben megénekli a II. Frigyes feletti győzelmet és az orosz csapatok Berlin elleni győzelmes ostromát 1760-ban:

*Mondd, hol van híres szellemed,
Honodból elfutó Frigyes?
Hogy nagy vagy, még mindig hiszed?
Hevít-e örült szenvedély,
Mindent igádba hajtani?
Sem Lengyelország erdei,
Sem Szilézia szirtjei
Nem állíthatnak meg soha.
Az út bár holtakon vezet,
Eljut a hős orosz sereg,
Hol áll Frankfurtnak ős fala!*

*

*A véres, kegyetlen csatában,
Fut a vert porosz sereg.
Támadják oldalban és — hátban.
S hullnak mint őszi levelek.
Elől harci kürt és harsona,
Már dől előttünk Berlin fala,
Im, újjongjátok: Győzelem!*

Gogolj nagyon helyesen fejtette ki Lomonoszov természettudományi eszméinek és költészetének

összefüggését, amikor azt írta, hogy Lomonoszov ott jut el az igazi költői ihletig, ahol „az elragadtatásnak a szív mélyéből fakadó ereje a természettudóst költővé változtatja“. Valóban, ha Lomonoszov legjobb költői műveit vesszük, látjuk, hogy milyen jelentősége volt költészetében a természettudományi eszméknek. A végtelen világegyetem ezekre a fennkölt, lelkes sorokra készíti:

*...Csillagok mélye kitárul.
Nem szolgál ott szám, határu...*

A végtelen természet azonban egyúttal végtelen kutatás tárgya. A kutatás pátosza hatja át az egész költeményt. A költőt csodálatba ejtik a légköri jelenségek:

*De természet, mi van veled,
hogy éjjélkor hajnal hasad,
hogy nap trónol a táj felett,
jéglengerekre tűz szakad,
hideg láng ég körös-körül,
földünkre éjjel fény derül.*

*Az éjben mily sugár remeg,
milyen sápadt láng rémít el?
Miként a viharfellegek
villáma, nő az égre fel.
Hogyan lehet, hogy megfagyott
párából télen tűz lobog?
Nehéz köd küzd a vízzel ott,
vagy tán a napsugár a lég
ürén megtörve átragyog,
vagy fenn a felhők csúcsa ég;
Vagy szél nem leng a víz színén,
s ott tükröződik így a fény.*

Ezek nemcsak a csillagász gondolatai, nemcsak a természetbúvár eszméi, hanem megmutatkozik itt az erő, a tudományos szenvedély, valamint a törvényszerűségek felismerésének mindent legyőző, semmi előtt meg nem hátráló érzése is. Ezekkel a gondolatokkal és érzésekkel összhangban áll a költemény nemes poétikus formája is.

Lomonoszov természeti jelenségeknek szentelt költeményei néha korukat messze megelőző új, tudományos nézeteket fejtettek ki. Ezért emlékeztet Lomonoszov természettudományi felfedezéseinek felsorolásánál időnként a költeményeire. 1753-ban „A villamosság ereje által okozott légi tűneményekről” című írásában utalt arra, hogy az északi fényre vonatkozó elméletét már jóval Franklin, a légköri villamosságról szóló munkáinak megjelenése előtt közzétette, nevezetesen az északi fényről 1743-ban írt ódájában. Ebben az ódában azt állította, hogy az északi fényt az elektromos jelenségek alapját alkotó éter mozgása idézi elő.

Egyik költeményében Lomonoszov a nap felületét írja le. Az általa megrajzolt kép megfelel a napfelület természetére vonatkozó korszerű nézeteknek s messze maga mögött hagyja a XVII. században uralkodó felfogást. Lomonoszov ezt írja:

*Ha nekünk, földi halandóknak,
Hogy repüljünk, megadatna
S felszállhatnánk, hol izzik a nap,
A véghetetlen magasba:
Ócéánnak birodalmát,
A lángolót, megláthatnánk.*

*Ott tüzes folyók hömpölyögnek
Zúgva, bögve, parttalanul.*

*Ott lángoló vad orkán sereg
S évezredek árnyéka hull.
Kösziklák, mint vizek, forrnak
S tüzes esőcseppek hullnak.*

A költői hivatásról a verses publicisztikában sem feledkezik meg Lomonoszov. Amikor a nagy állami tervekről ír, költői stílusa jelentékennyé, élessé, teljessúlyúvá válik. Ilyenek például ismert szép versei az orosz Észak meghódításáról. Végül szatirikus verseinek nyelvezete — a tudomány és a felvilágosodás ellenségeivel szembeni lángoló gyűlölettől áthatva — a legmaróbb méregbe mártott hasonlatok és példák megválasztása igazi nagy költőre vall. Lomonoszov tudományos és költői tevékenységének középpontjában egyazon feladat áll: lerombolni a világra vonatkozó régi elképzelést, amely szerint a világ az emberi ismeret számára hozzáférhetetlen s csupán a vallásos könyvek tanulmányozása révén ismerhető meg s új beállítottság megteremtése a természettel szemben, valamint törekvés a természet törvényeinek megismerésére s arra, hogy a természetet ezeknek a törvényeknek az alapján megváltoztassák és növeljék az ember hatalmát a természet felett. Lomonoszov munkásságában a költészet és tudomány szembeötlően és közvetlenül összefüggnek a termelés és a kultúra fejlődésével. A XVIII. század Oroszországának roppant természeti erőforrásaival, gyorsan fejlődő gazdagságával, az ellenséges társadalmi erők megfeszített küzdelmével szüksége volt az idejüket múlt dogmák ellen irányuló felvilágosodásra, szüksége volt nemcsak egyes tudományos ismeretek terjesztésére, hanem a tudományos világnézet hirdetésére, a természettel szembeni új beállítottságot és a ter-

mészet megismerését célzó nevelésre s a világ új felfogására. A hagyományos skolasztikai tekintéllyel szembeállították az egységes, mindenre kiterjedő tudományos világnézetet, a tudományos tudásvágyat s a gondolat merészségét. Oroszországban nemcsak új ismeretekkel, hanem új érzésekkel bíró embereket kellett nevelni. Ez a feladat meghaladta a tulajdonképpeni tudományos propaganda kerekeit. Ezt a feladatot csupán egy tartalmában és formájában új művészet oldhatta meg.

Térjünk most át Lomonoszov gyakorlati terveire, melyekkel hazája gazdasági életének fellendülését akarta elérni. Műveiben és leveleiben egész sor javaslatot vet fel az orosz földművelés fellendítésére, az ipar fejlesztésére, a hadsereg erősítésére s az ismereteknek a nép körében való terjesztésére. Ezek a tervek, amint már említettük, osztályjellegűknél fogva nem haladták túl a feudális rend kerekeit, de *ezeneken a kereteken belül* haladó szerepük volt s azt célozták, hogy a kizsákmányolás legmaradibb, idejüket múlt formáit felszámolják, a termelőerőket pedig e kereten belül a lehető legjobban kifejlesszék.

Lomonoszov legjelentősebb tervei új területek feltárásával kapcsolatosak. Példaképpen megemlítjük Amerikával a Jeges-tengeren át létesítendő összeköttetés tervét. Lomonoszov 1751—52-ben egyik versében azt írta, hogy amint Kolumbus megtalálta az Amerikába vezető utat az Atlanti-óceánon át, az orosz Kolumbusok majd a Jeges-tengert nyugatról keletre átszelve érnek el Amerikába. Lomonoszov bölcs tekintete, vagy ahogyan ő mondja: „jövőbenéző“ szeme előtt az orosz sarki utazások képe lebegett. Ezt írta:

*Már hiába rejti zord természet
A biztos átkelési révet,
Hol áll nyugat s kelet foka.
Jövőbe nézek s íme látom,
Hogy győz a sorson, jégen, áron
Az oroszok Kolumbusa.*

Lomonoszov megfigyelte a sarkvidéki jég mozgását, kémiai, fizikai és egyéb szükséges kutatásokat végzett és expedíciót akart szervezni a sarkvidékre. Életének utolsó éveiben elérte, hogy II. Katalin parancsot adott az expedíció megszervezésére. Lomonoszov felügyelete alatt felszerelték az expedíciót s ő vezette a Tudományos Akadémián az utazáshoz szükséges csillagászati megfigyeléseket is. Ő szerkesztette az expedíció vezetője, Vaszilij Csi-csagov számára „Megközelítő utasítás vezénylő tengerésztisztek számára, akik a Szibériai Északi óceánon a keleti átjáró felkeresésére indulnak“ címen az útmutatót.

Még szorosabban összefügg Lomonoszov tudományos munkásságával az általa alapított orosz iparág, a színesüveg gyártás.

Lomonoszov három év alatt mintegy 3000 kísérletet végzett, hogy mozaiknak alkalmas, át nem látszó, festett üveget nyerjen. A kísérleteket végül siker koronázta. Lomonoszov mozaikképei különböző színű csiszolt végű üvegpálcikákból tevődtek össze.

Lomonoszovnak a poltavai csatát ábrázoló híres mozaikképe rendkívül jellemző az orosz tudós génuszának sokoldalúságára. Képe tárgyául Pétert választotta. A mozaikkészítés technológiája a kémia és az optika terén elért mélyreható és eredeti felfedezéseken alapult.

„A mozaik-portrékban és képekben — írja Vavilov — úgyszólván Lomonoszov egész egyénisége kifejezésre jut, hamisítatlan lelkesedése I. Péter iránt — akit sokszor ábrázolt és énekelt meg — mélyreható és konkrét kémiai ismeretei, technikai rátermettsége, a fényre vonatkozó hipotézisei és a színek iránti optikai és művészi érzéke.“

Lomonoszovnak az első képek sikere után 1752-ben sikerült egy mozaik üveggyárat létesítenie, amelyet Uszty-Rugyica község közelében rendeztek be.

Lomonoszov technológiai munkái közül a legjelentősebb „A kohászat és bányászat első alapjai“. Ezzel a könyvvel kezdődik az új orosz nyelvű technológiai irodalom. „A kohászat első alapjai“ című munka egy geológiai vázlatból („A fémekről s a velük együtt a földben található egyéb ásványokról“), egy „az érclelőhelyeknek, ereknek és ezek felkutatásának“ szentelt fejezetből, az ércbányák berendezésének és felszerelésének, úgyszintén a próbavételi eljárásoknak a leírásából s egy ötödik, a tulajdonképpen metallurgiai technológiát kifejtő részből áll. Mellékelve van a könyvhöz „A földrétegekről“ szóló cikk, valamint „A levegő szabad mozgásáról a bányákban“ című tanulmány; ez az utóbbi magában foglalja annak az elméletnek a kifejtését, amely szerint a bányákban a levegő mesterséges huzat nélkül is áramlik.

Mint a XVII—XVIII. század valamennyi bányászati szakkönyvében, így „A kohászat első alapjai“-ban is nagy helyet foglal el a bányászati mechanika és általában az alkalmazott mechanika. Sok új szerkezetről találunk feljegyzést Lomonoszov kémiai és optikai kísérleteiről szóló jegyzeteiben is. Lomonoszov kénytelen volt megfigyeléseinek, valamint technológiai munkáinak megvalósításához

egész sor új szerkezetet építeni és feltalálni. Ezek között találjuk a testeknek huzamos melegítéssel való megmunkálására szolgáló gépet, a mechanikus „köszörűt a különböző kövek és a mintegy másfél láb átmérőjű üvegek szilárdságának kutatásaihoz“, műszert, amellyel a folyékony anyagok viszkozitását a cseppek száma szerint lehet mérni, nyomás alatt működő szűrőt. A legismertebbek a helikopter repülőgép modellje, melynek hőmérőket kellett felvinnie a légkör felsőbb rétegeibe, valamint a légköri elektromosság tanulmányozására szolgáló fémcsúcsok.

*

Lomonoszov küzdelme a termelőerők fokozatos fejlesztéséért, az orosz ipar műszaki szintjének emeléséért, új területek megszerzéséért s az orosz föld méhének kiaknázásáért — ez volt a mozgó ereje elméleti természettudományi kutatásainak. De Lomonoszov tudományos alkotómunkásságát nemcsak a termelőerők fellendüléséért, hanem új társadalmi viszonyok kialakulásáért vívott harca is ösztönözte. Ha osztályhelyzete kétségkívül korlátokat szabott is világnézetének, ha nem is szállt harcba a feudális jogrend ellen, de küzdött a feudális földesurak legreakciósabb része ellen s a legmaradibb kizsákmányolási formák megszüntetéséért. A gazdasági és kulturális haladás új világfelfogást követelt s Lomonoszov mindenekelőtt az összes természeti jelenségek materialista magyarázatának volt az előharcosa. Az a törekvés, hogy szülőföldje haladását szolgálja, készítette Lomonoszovot arra, hogy a középkori skolasztikának hadat üzenjen, azt minden megnyilvánulásában üldözze és a természettudományi materializmus eszméit következetesen ki-

fejtse és fejlessze. A materializmus a haladó társadalmi erők zászlóvivőjeként lép fel az emberiség történetében. Lomonoszov a XVIII. században azáltal, hogy résztvett az ország haladásáért vívott harcban, kifejezést adott az orosz társadalom fejlődésében a haladó irányzatoknak, közkinccsé tette korának mechanikai ismereteit és egységes tudományos világképet alkotott, amelynek egyes részeit fizikai, kémiai és geológiai munkáiban dolgozta ki.

Melyek ennek a világképnek a legfőbb alapelvei, melyek a természettudományi kutatásokban a Lomonoszov által kifejlesztett legjelentősebb gondolatok?

Lomonoszov legjelentősebb gondolata, hogy a testek apró részecskékből állanak s ezeknek a mozgása okozza a fizikai és kémiai jelenségeket, továbbá az, hogy az anyag és mozgása nem tűnhetnek el teljesen és nem keletkezhetnek a semmiből. Ezek az alapelvek alkotják a mai természettudomány alapját is: egyrészt az a felismerés, hogy a világ atomokból épült fel, másrészt az energia és az anyag megmaradásának elve.

„A kohászat első alapjai“ című művéhez csatolt „A földrétegekről“ című cikkében Lomonoszov a föld változékonyságának elvét fejtette ki. „Így tehát hasztalan vélik sokan azt — írta — hogy mindazt, amit látunk, kezdetben a Teremtő teremttette, s mintha nemcsak a hegyek, völgyek és vizek, hanem a különböző ásványfajták is az egész világgal egyszerre jöttek volna létre; továbbá, hogy ezért nem is szükséges keresni azokat az okokat, amelyek miatt belső sajátosságaik és állapotuk különböznek egymástól. Az ilyen megítélések fölötte károsak valamennyi tudomány fejlődésére. Gátolják a földgömb természetének megismerését s hátráltatják a

bányászat fejlődését is. Egyes okoskodók azt hiszik, hogy ők filozófusok, ha ezt a három szót kívülről betanulják: Isten így teremtette — s folyvást ezt válaszolgatják, ahelyett hogy okokat sorolnának fel.“

Itt minden egyes szó jellemző. Először is, a természet változhatatlanságának eszméje gátolja nemcsak „valamennyi tudomány fejlődését“, de „a bányászatot“ is. „Valamennyi tudomány fejlődése“ — ez a tudományos világnézet fejlődése. A természet merev változhatatlanságának eszméje reakciós hatással volt az egész természettudományra, a természetről alkotott fogalmak összeségére s a tudományos világkép fejlődésére. Továbbá, a megváltozhatatlanság eszméje a gyakorlati feladatokat is akadályozta. Lomonoszov számára mind a tudományos világkép fejlődése, mind a „bányászmesterség“ a népet szolgáló hazafias kötelesség kérdése volt. Éppen ebből származik az idézett sorok harcias hangja, ennek az idézetnek materialista pártossága és végül ebből ered magának a lomonoszovi — vagyis a föld állandó átalakulásáról szóló tanításnak — geológiai transzformizmusnak tartalma is.

Lomonoszov geológiai nézetei messze megelőzték korukat. Lomonoszov fejtette ki elsőként az ércerek eredetére vonatkozó jelenlegi tudományos felfogást. Munkáiban a továbbiak során megtaláljuk a Föld kémiai történetének gondolatát is. Jellemző, hogy a földkéreg rezgéseivel összefüggő nagyszámú jelenséget magyarázva, Lomonoszov nemcsak a nyilvánvalóan romboló hatású földrengéseket számítja közéjük, hanem a lassú, nem érezhető rezgéseket is. Lomonoszov felfogása a földkéregben végbemenő észrevehetetlen megmozdulásokról bizony rendkívüli módon megelőzte korát.

Lomonoszov a fizikából kiindulva közeledett a geológiai folyamatokhoz s megmagyarázásuknál az atomisztikus elgondoláshoz folyamodott.

Lomonoszov paleontológiai nézetei is messze túlszárnyalták korukat. Mint ismeretes, a kövületek eredetének titka nagyon széles körök figyelmét vonta magára. Lomonoszov idejében egyik-másik tudós a „természet játékát“ látta a kövületekben. De a természettudósok többsége már elfordult ettől a gondolattól s a vízőzön bizonyítékát látta a kövületekben. Moreau közzétette azt a tanítását, hogy több vízőzön követte egymást az idők folyamán. Ez utóbb Cuvier-nek a geológiai katasztrófákról szóló tanában öltött új alakot.

Lomonoszov álláspontja sokkal közelebb áll a fejlődésre vonatkozó mai tanításhoz. Lomonoszov szerint a kövületek olyan élőlényeknek a maradványai, amelyeket lassan, de állandóan ható okok pusztítottak ki. Ha leásunk a föld mélyébe, vagy ha vízmosás fed fel a földrétegeket, akkor olyan geológiai lerakódásokat láthatunk egymás fölött, amelyek nem romboló katasztrófák, hanem lassan, de állandóan ható s éppen ezért egy nemzedék számára észrevehetetlen tényezők következtében keletkeztek.

Lomonoszov **ilyenformán** a föld fejlődéséről szóló tanításában is megelőzte kortársainak nézeteit s korunk fejlődéstani felfogásának előfutára volt.

A földrétegek növényi és állati maradványokból való létrejöttének magyarázatában sokkal tovább ment mint a XVIII. század tudósai. Lomonoszov Oroszország tözeges mocsarait tanulmányozta és látta, hogy a tőzeg a pusztuló növényekből keletkezik. Ezek a kutatások szoros összefüggésben voltak Lomonoszov gyakorlati terveivel, az-

zal a törekvésével, hogy fűtőanyaggal lássa el az orosz gazdaságot. Így írt a tőzegről: „Abban, hogy Oroszországban van tőzeg, nem kell kételkedni. Nálunk is voltak és vannak áradások, nálunk is a föld felső rétege alatt elrejtett erdők találhatóak. Rétjeinknél, mocsarainknál, ingoványainknál és lápjainknál nem különbek a hollandusoké sem. A tőzegtermelés fejlődése fontos az erdők védelmére... A mikroszkóp valóban szemünk elé tárja, hogy a tőzeges anyag, részecskéinek egész szerkezete és elrendezése szerint, olyan, mint az aprófajta moha. Ez a magyarázat eléggé vigasztaló azoknak a számára, akik nálunk, Oroszországban, szerfelett (és bizonyos körülmények között nem is feleslegesen) arról aggodalmaskodnak, hogy mi lesz erdőségeink sorsa“.

Lomonoszov véleménye szerint a tőzeg a továbbiakban barnaszénné, majd kőszénné változik át s ebből képződik azután a nyersolaj. Manapság más a felfogás a kőszén és a nyersolaj eredetéről. De Lomonoszov messze megelőzte a korabeli tudományt, amikor kifejezést adott annak a mélyreható és helyes gondolatnak, hogy a geológiai lerakódások, az organizmusok egymásrakövetkező nemzedékei évezredekken át tartó tevékenységének eredményeképpen keletkeznek.

A gyakorlat szükséglete indította tehát a nagy orosz gondolkodót arra, hogy világtörténelmi jelentőségű tudományos elméleteit megfogalmazza. A kísérleti kutatások és a termelési igények megkövetelték a tudományos elméletek kidolgozását is. Ezek az ideológiai harccal együtt a természet egyetemes, tudományos képének felépítéséhez vezettek. Ennek a képnek az alapját a világ anyagi voltának és az anyag, valamint a mozgás megmaradá-

sának elvei alkották. Lomonoszov számára a fizikai világ, a fizikai szubsztanciák világa anyagi, és kiterjedéssel bír a térben; a kiterjedés pedig olyan alapvető tulajdonsága a fizikai testeknek, amely nélkül azokat lehetetlen elképzelni. A filozófusnak — mondja Lomonoszov — nem kell kielégítő indokolást keresnie „a testek elengedhetetlen sajátosságai” számára, melyek nélkül a reális világ nem állhatna fenn. Efféle kielégítő magyarázatot csak a természettudományon belül kell keresni, de a természet általános és alapvető meghatározásánál nem. Indokolást keresni a testek térbeli kiterjedésére, a kiterjedést csupán másodlagos sajátásnak tekinteni és olyan elemekkel magyarázni, amelyeknek maguknak nincsen kiterjedésük — ebben állt, Lomonoszov véleménye szerint, a leibnizisták tévedése. Ez vezetett a kiterjedésnélküli monádok fogalmához.

Lomonoszov már diákévei alatt olyan nagyobb munkát tervezett, amelyben a természet atomisztikus magyarázatának egyetemes rendszerét akarta kifejteni. Ennek az egyetemes természetbölcseletnek a mechanikát, a fizikát, a kémiát és a biológiát kellett magában foglalnia. Lomonoszov jegyzeteiben és Eulerhez s többi kortársához írott leveleiben egész sor, a jelzett munka sémájára vonatkozó töredék maradt fenn. **Bevezetésül** szolgál 1742/1743-ban írott cikke: „A természetbeli testeket alkotó érzékelhetetlen fizikai részecskékről, amelyek e testek sajátosságainak kielégítő magyarázatát adják“. Az első fejezetben Lomonoszov kifejti a szilárd testek mechanikájának alapfogalmait és mindenekelőtt meghatározza az anyagot. Utóbbi más, mint a tér. A testeknek térbeli kiterjedésük mellett más jellegzetességük is van: a tehetetlenség.

Lomonoszov így határozza meg a testeket: „A testnek kiterjedése és tehetetlenségi ereje van. Kiterjedés alatt hosszúságának, szélességének és mélységének mértékét értik. Tehetetlenségi erőnek nevezik azt az erőt, amellyel egyik test a másiknak ellenáll.“

A kiterjedés és a tehetetlenség a test lényeges tulajdonsága. Minden, aminek kiterjedése és tehetetlensége van, anyagi test. „Az anyag az, amiből a test áll s amitől lényege függ.“ Ezért a tehetetlenség az anyag mennyiségének mértéke.

„Ha két egyforma kiterjedésű testnek különbözik a tehetetlenségi ereje, akkor a nagyobb tehetetlenségi erővel bíró test tömörebb, mint a kisebb tehetetlenségi erővel bíró test.“

A továbbiakban Lomonoszov ezt mondja: „Minden, ami a testekben van, vagy bennük végbemegy, kiterjedésükből, tehetetlenségi erejükből és mozgásukból származik.“ A vonzóerő másodlagos jelenségnek tekintendő; ez az impulzustól függ, amely rejtett is lehet.

Lomonoszov ilyenformán felépíti a szilárd testekre vonatkozó meghatározások rendszerét azzal, hogy ezeket a meghatározásokat a második fejezetben a parányok világába ültesse át.

A második fejezet címe: „A testek érzékelhetetlen részecskéiről általában“. E fejezet legfőbb feladata annak bebizonyítása, hogy a részecskék kiterjedéssel bíró anyagi testek, amelyekre a mechanikai meghatározások és törvények teljességükben érvényesek.

Lomonoszov további fejtegetései során bevezeti a *fizikai monádok* fogalmát. Ezek a testek végső osztható elemei, fizikai felaprózásuk határai. A monádok fizikai oszthatatlanságából következik alak-

juk változhatatlansága. Minthogy a folyadéknak nincsenek meg ezek a tulajdonságai, a fizikai monádokat szilárd testekként kell meghatározni. Lomonoszov a kémiai és fizikai jelenségek egész sorával (a folyadék megfagyása, a felületi feszültség, a folyékony higany átváltoztatása oxiddá — azaz különálló szilárd részecskékből álló porrá) mutatta ki, hogy a folyadékok is szilárd részecskékből állanak.

Atomisztikus felfogását mindenekelőtt a hőelméletben alkalmazta. 1745-ben egy külön munkát szentelt ennek a kérdésnek: „Elmélkedések a meleg és a hideg okáról“. Azokban az években a tudósok túlnyomó része úgy vélekedett, hogy a meleg okául különleges hőfejlesztő anyag, a „hőanyag“ szolgál. A „hőanyag“ hívei azt mondták, hogy azokban az esetekben, amikor az egyik test a másiknak adja át melegét, a „hőanyag“ átfolyik az első testből a másodikba. Lomonoszov sokkal világosabb, következetesebb és mélyrehatóbb formában, mint bárki más a XVIII. század tudósai közül, teljességében elvetette a „hőanyag“-ról szóló tanítást. Megalkotta tanát a hőről, mint az anyag részecskéinek mozgásáról. A mai fizikában természetesen nem maradt meg a lomonoszovi elmélet valamennyi részlete, de az alapgondolatot, a hőnek mint a molekulák mozgásának magyarázatát, a „hőanyag“-ról való lemondást Lomonoszovot követőleg a természettudomány egész fejlődése igazolta.

Lomonoszov mindenekelőtt kimutatja, hogy a meleg mozgás s a testek látható mozgásának hővé való átalakulására hivatkozik. A továbbiakban felhívja a figyelmet a hőnek fordított, mozgássá való átalakulására. Ha izzó vasat öntünk a vízbe, a vízből gőz száll fel. A gőz mozog. Lomonoszov felteszi a kérdést: vajjon a részecskéknak milyen mozgása

kelt hőérzetet. Elképzelhetjük a részecskék szaka-
datlan mozgását ugyanabban az irányban, elképzel-
hetjük, hogy a részecskék középpontjuk körül fo-
rognak s végül, hogy bizonyos helyzetek körül re-
zegnek, egy irányban kitérnek, majd visszafordul-
nak. Lomonoszov véleménye szerint a hőt a részecs-
kék forgó mozgása idézi elő. A mai tudomány ál-
láspontja szerint, a hő oka nem a részecskék forgó
mozgása, hanem minden irányban rendezetlen, ha-
ladó mozgása, miközben egymásba ütköznek s eléggé
magas hőmérséklet mellett a részecskék közötti köl-
csönhatás mind kisebbé válik, a szilárd test folya-
dékká, a folyadék pedig gázzá változik. Lomono-
szov nem az ilyen rendszertelen haladómozgást, ha-
nem a forgó mozgást tartotta a hő okának. Ismerte
azonban a molekulák rendezetlenül haladó mozgá-
sát. Ez a mozgás magyarázza meg a gázok rugal-
masságát, az edények falaira gyakorolt s a hőmér-
sékkelttel arányos nyomásukat. Lomonoszov itt elébe
vágott a fizika későbbi fejlődésének és helyesen ér-
telmezte a rugalmasság okát. Véleménye szerint a
forgó atomok egymáshoz ütközve visszapattannak,
mint ahogyan két egymásba ütköző pörgettyű is
más-más irányba repül. A mai tudomány természe-
tesen számos részletet helyesbítve, egészében átvette
Lomonoszov alapgondolatát, amely szerint a gázok
rugalmassága a molekulák rendezetlen haladó moz-
gásaitól függ. A XIX. században alkotott hőtan Lo-
monoszovnak köszöni legfontosabb kiindulási alap-
elveit.

Lomonoszov a hőről szóló munkáiban kifej-
tette a mozgási energia megmaradásának gondola-
tát: A hő mechanikai mozgásba megy át, a mecha-
nikai mozgás kémiai erővé alakulhat, amely az ato-
mokat molekulákká való egyesülésre kényszeríti, a

kémiai erők hővé változnak át, a hő pedig fénnyé, elektromossággá stb. Mindez nem egyéb, mint a mozgás különböző formája. A mozgás egyik formából a másikba csap át, de sohasem tűnik el s nem keletkezik újra. A XVIII. században a tudósok többsége másképpen gondolkodott. Azidőtájt úgy vélték, hogy a hőt a „hőanyag“, az elektromosságot egy különleges elektromos folyadék stb. idézi elő. Lomonoszov megdöntötte a különleges folyadékokról szóló tanítást és utat tört az elpusztíthatatlan mozgás különböző, egymásba átmenő formáiról szóló tanításnak, utat tört a XIX. század fizikájának. Annyira megelőzte korát, hogy még halála után száz évvel is sokan mint megcáfolt elméletről beszéltek a lomonoszovi hőelméletről. Pedig abban az időben egész sor felfedezés kényszerítette a tudományt arra, hogy visszatérjen Lomonoszov eszméjéhez és teljes egészében elvesse a „hőanyag“, az elektromos és ehhez hasonló folyadékok gondolatát. Lomonoszovtól származik az a gondolat, amely száz évvel később a tudomány jelentős alapelvévé vált.

Megjegyzendő, hogy Lomonoszov korának gondolkodóinál sokkal tágabban értelmezte az anyag és a mozgás megmaradásának elvét. Ezek a törvények az ő számára csupán különleges esetek voltak az idő, a tér, az anyag és a mozgás megmaradása egységes elvének. Lomonoszov mondotta, hogy a természet valamennyi folyamatában valamely fizikai mennyiség csökkenése mindig összefügg egy másik, megfelelő mennyiség növekedésével. „Értekezések a testek szilárdságáról és folyékonyságáról“ című munkájában ezt írta:

„A természetben végbemenő valamennyi változás olyan, hogy amennyi az egyik testtől elvonatik,

annyi adatik hozzá a másikhöz... Ahány órát van valaki ébren, annyit von el az alvástól. Ez az általános természeti törvény kiterjed a mozgás szabályaira is: mert az a test, amely a saját erejével mozgat egy másikat, annyit veszít a saját erejéből, mint amennyit a másik, általa megmozgatott test tőle kapott.“

A XVII—XVIII. századnak sok gondolkodója beszélt a mozgásmennyiségnek (tömeg szorozva sebességgel) és az „eleven erő“-nek ([energia] a tömeg és sebesség négyzetének félszorzata) a megmaradásáról, de egyikük sem tulajdonított olyan egyetemes jelentőséget a mozgás megmaradásának mint Lomonoszov. Mi több: Lomonoszov a hő kinetikus természetének megállapításával megtalálta azt a történelmi szempontból legjelentősebb konkrét formát, amely a XIX. század természettudományában az energia megmaradása törvényének biztosította a győzelmet. A XVIII. században egyetlen olyan gondolkodó sem volt, aki ilyen következetes és világos fizikai (nevezetesen *atomisztikus*) képet vázolt volna fel a molekulák hőmozgásáról, aki ugyanolyan kérlelhetetlenül üzte volna ki a „hőanyagot“ a tudományból, mint ahogyan ezt Lomonoszov tette. Később, a XIX. században éppen a kinetikus hőelmélet mért csapást a különleges folyadékok fikciójára és rakta le az alapját az energia megmaradásának törvényén nyugvó új természettudománynak. Lomonoszov előfutára volt a XIX. század molekuláris fizikájának. Ő a mai természettudomány legalapvetőbb elvének, az energia megmaradása és átváltozhatósága elvének megalapítója.

Atomisztikus fizikai elgondolásával Lomonoszov nagy léptekkel elébe vágott a jövőnek. Kémiai nézetei is megelőzték korukat, ezeket már a XVIII.

század végén és a XIX. század elején is értékelték, de más tudósoknak tulajdonították, akik pedig a valóságban csupán a nagy orosz gondolkodót ismételtek.

Lomonoszov atomisztikus kémiájának alapjául az „elemek“ és a „korpuszkulák“ fogalma szolgál. Ha az elemek és a korpuszkulák meghatározását a XIX. század atomelméletével hasonlítjuk össze, akkor az elemek az atomoknak, a korpuszkulák pedig a molekuláknak felelnek meg. Lomonoszov az elemet a test olyan részeként határozza meg, amely nem áll valamilyen más, kisebb és egymástól különböző testekből. A korpuszkulák az elemek egyesülései. „A korpuszkulák egyneműek, ha ugyanolyan, egyforma számú és egyforma módon egyesült elemekből állanak.“ A korpuszkulák különmeműsége, Lomonoszov szerint, nemcsak az elemek közötti elteréstől, hanem — amint ma mondani lehetne — még a „strukturális“ sajátságoktól is függ.

„A korpuszkulák különmeműek, ha elemeik különbözők és különböző módon vagy különböző számban egyesültek; ez okozza a testek végtelen különféleségét.

Alaptest az a test, amely egynemű korpuszkulákból áll.

Vegyes test az, amely két avagy több különböző és olyanformán egyesült alaptestből áll, hogy minden egyes korpuszkulájában a testet alkotó alaptestek részecskéinek aránya ugyanaz, mint (az egyes alaptestek egésze számára) az egész vegyes testben.

A közvetlenül elemekből álló korpuszkulákat elsődlegesnek nevezik.

A korpuszkulák leszármazottak, ha több különböző elsődlegesből állanak.

Igy tehát a vegyes test leszármazott korpusz-kulákból áll.

Az összetett test alkatrészek keveréke.“*

Lomonoszov ilyenformán felállítja a kémiai elem és a vegyület fogalmát. A molekulákban ugyanaz a kölcsönös arány áll fenn az elemek atomjai között, mint az egész kémiai vegyületben a benne foglalt elemek között. Ez a gondolat volt a logikai alapja a Dalton-féle sokszoros súlyviszonyok törvényének. Lomonoszovnál nagyon világos fogalmat találunk a vegyületek beosztásáról, az első-, másod- stb. rendű vegyületekről. „Az igazi fizikai kémia tankönyvé“-ben Lomonoszov ezt írja:

„Az alkatrészek gyakran maguk is olyan testek, amelyek más, különmemű testekből tevődnek össze; így az adott példában a kén savas anyagból s egy másik, éghető anyagból áll; a salétrom egy különleges savból és lúgos sóból, a szén olajból, savas maró szeszből és hamuból. Az ilyenfajta alkatrészeket másodrendű alkatrészeknek nevezzük; ha pedig ez utóbbiak ugyancsak összetett testek, akkor alkatrészeiket harmadrendű alkatrészeknek nevezzük.“**

Lomonoszov úgylátszik feltételezte, hogy a molekulának bizonyos szerkezete van s aránylag nehezen szétszakítható atomcsoportokat foglal magában, amelyek nem minden alap nélkül a későbbi kémiai elméletek gyökeivel hasonlíthatók össze.

Atomisztikus elgondolások alapján Lomonoszov megalkotta oldat-elméletét, elhatárolta a fé-

* *Mensutkin*: Lomonoszov fizikai és kémiai munkái. 49. old. (oroszul).

** U o. 389. old.

meknek savakban és a sóknak vízben való oldatát. Ezt az elhatárolást a polgári szakirodalom Lavoisier-nak tulajdonítja.

Láttuk, hogy Lomonoszov az energia megmaradása elvének és a kinetikus hőelméletnek egyik előharcosa volt. A XVIII. század vegyészeinek véleménye szerint égéskor a testekből *flogiszton* távozik el, Lomonoszov az új kémia előkészítője volt, amely ettől a fikciótól elfordult.

Lomonoszov nevéhez fűződik az a nagy felfedezés, amely a tudományos kémia alapjait megvetette. A XVII—XVIII. század sok kémikusa elvégezte a következő kísérletet: fémport helyeztek egy retortába s izzásig hevítették. A fémpor „salakká” változott s ez a „salak” nehezebb volt az eredeti fémnél. Sokan, köztük Robert Boyle is, ebből arra következtettek, hogy a fémnek salakká változásánál egy különleges „égési anyag” járul a fémhez. Manapság, mint ismeretes, a kémia azzal magyarázza a súlyszaporulatot, hogy a levegő oxigénje egyesül a fémmel és kimondja, hogy az anyag semmiféle kémiai átalakulásnál nem keletkezhet és nem is tűnhet el. Ezt a törvényt úgy lehet bebizonyítani, hogy a fémporos retortát behegesztjük, nehogy kívülről levegő kerülhessen bele. Az így kezelt retorta, mivel hevítéskor a fémpor nem oxidálódhatott, ugyanannyit nyom mint hevítés előtt. Lavoisier a XVIII. század hetvenes éveiben végzett ilyen kísérletet és a polgári történetírók azt állították, hogy Lavoisier volt az első, aki az anyag megmaradását bebizonyította. Ez az állítás azonban nem felel meg a valóságnak. Lomonoszov már sok évvel Lavoisier előtt elvégezte az említett kísérletet s az emberiség történetében elsőként szolgáltatott kimerítő kísérleti bizonyítékot az anyag megmara-

dására. 1756. évi kísérleti munkáiról beszámolva, Lomonoszov ezt írta: „... A napló 13. oldalán feljegyzett kémiai kísérletek között kísérleteket végeztünk erősen beforrasztott üvegedényekben, hogy kikutassuk, vajjon gyarapodik-e a fémek súlya pusztán a hevítéstől. Úgy találtuk, hogy a híres Robert Boyle véleménye hamis, mivel a külső levegő bebocsátása nélkül ízzított fém súlya nem változik.“* Az anyag megmaradása elvének bizonyításában Lavoisier-nak tulajdonítani az elsőséget — ez jellemző példája annak, hogy az orosz tudomány eredményeit figyelmen kívül hagyják.

Lomonoszov nevéhez fűződnek azok a jelentős elméleti munkák is, amelyek előkészítették a flogisztion-elmélet bukását. „Elmélkedések a meleg. és a hideg okáról“ című munkájában Lomonoszov ezt mondja: „Az égési folyamatnál a testekkel egyesül valamilyen anyag, de nem az, amelyet tulajdonképpen a tűznek tulajdonítanak: én ugyanis nem látom, miért adta fel ez az anyag a «salak»-ban a saját természetét.“ Lomonoszov itt elhagyja a flogisztion-elméletet és azt az új nézetet vallja, hogy a hevítésnél a levegőnek valamely alkotórésze egyesül az égő anyaggal.

Jogosan gondolhatjuk, hogy Lavoisier nemcsak Lomonoszov nyomdokain haladt, de közvetlenül ismerte és átvette eszméit. A „hőanyag“ ellen felhozott lomonoszovi érvek könnyen alkalmazhatók voltak a flogisztionra is. Lavoisier ismerte ezeket az érveket. J. G. Dorfman Lavoisier-ről írott könyvében összehasonlítja utóbbinak néhány munkáját Lomonoszov munkáival. Lomonoszov érteke-

* Mensutkin: Lomonoszov fizikai és kémiai munkái. 427. old (oroszul).

zése „A meleg és a hideg okairól“ 1750-ben jelent meg a Pétervári Tudományos Akadémia „Új Kommentárjai“-nak első kötetében. Ugyanebben a kötetben vannak cikkei is: „A levegő rugalmassági erejéről“ és „A kémiai oldószerek hatásáról általában“. Ez a kötet foglalja magában Rihmannak „A folyadékok lehülése párolgás közben“ című cikkét is. Lavoisier „Az égési anyagnak a párolgó folyadékokkal való vegyületeiről“ című munkájában (1777) hivatkozik Rihman cikkére. Ilyenformán kezében volt a pétervári „Új Kommentárok“ kötete, melynek egyharmadát Lomonoszov cikkei töltötték be. Így tehát feltehető, hogy az a hasonlatosság, amely Lavoisier-nak a flogiszton ellen irányuló érvei és Lomonoszovnak a hőanyag elleni érvei között fennáll, Lomonoszov munkáinak közvetlen ismeretén alapszik.

Ki kell emelnünk, hogy ha Lavoisier el is végezte Lomonoszov kísérletét és Lomonoszov után el is jutott annak kísérleti bizonyításához, hogy a kémiai átalakulások közben a súly nem változik, mégsem jutott el ennek az elvnek olyan széleskörű és általános meghatározásához mint Lomonoszov. Továbbá ha Lavoisier fel is használta a flogiszton-elmélet elleni harcában a Lomonoszovtól kölcsönzött érveket, mindez még korántsem jelenti Lavoisier és Lomonoszov gondolatainak azonosságát. Lavoisier a newtoni hagyományt követte és lemondott a kiterjedt, egyetemes tudományos meghatározásokról. Tudományos munkásságát az empirizmus keretei közé szorította. Lomonoszov a mozgás és az anyag megmaradásának általános érvényű elvéből indult ki. Ezért helytelen az a feltevés, hogy az anyag megmaradásának elve bármilyen mértékben — mégha Lomonoszov nyomán is — Lavoisier

sajátja lenne. A mai természettudománynak ezt az általános érvényű elvét, éppen, mint egyetemes elvet, a XVIII. századnak egyik tudósa sem fejezte ki olyan tág formában mint Lomonoszov. Lomonoszov kétségtelen elsősége ebben a munkában, a tudományos gondolat e nagy vívmányában, általános materialista álláspontjából s végeredményben egész munkássága haladó jellegéből is következik.

Azt a körülményt, hogy Lavoisier az általános fizikai és kémiai nézetekben Lomonoszov mögött haladt, illusztrálja Lavoisier ragaszkodása — a legjelentősebb és legalapvetőbb súlytalan fluidumhoz, amely lényegében szembenállt az anyag és az energia megmaradása elvével — a hőanyag fikciójához. A lemondás erről a fikcióról volt az új fizika igazi kezdete.

*

Térjünk most át Lomonoszovnak a vonzás, az elektromosság és a fény természetére vonatkozó nézeteire. Ezeknek az alapját az atomisztikus éterelmélet alkotja. Ez az elmélet a nehézségi erőt igyekszik megmagyarázni. Lomonoszov véleménye szerint a nehézkedést az éterrészecskéknek a molekulák felületéhez való ütközése okozza. Ezért két, ugyanolyan mennyiségű anyagot tartalmazó test a részecskék felületének összegétől függően, különböző nagyságú vonzással bír. Abban a testben, amelynek részecskéi kisebbek és ennek megfelelően számosabbak, a részecskék felületének összege s következtetésképpen az éterrészecskék ütközései felülmúlják a másik, nagyobb részecskékkel bíró test részecskéi felületének összegét s az éterrészecskék ezekre ható ütközéseit. Ilyenformán két egyforma sűrűségű anyagnak a fajsúlya különböző lehet.

Ugyanez az eset áll elő, ha az anyagrészecskék, azonos kiterjedésük mellett, alakjukban térnek el egymástól. A szabálytalan alakú részecskéknek ugyanolyan kiterjedés mellett nagyobb felületük lesz mint a szabályos, gömbalakú részecskéknek és az ilyen, alakjukban szabálytalan részecskékből álló anyag fajsúlya nagyobb lesz. Ebből következik, hogy a súly nem arányos az anyag mennyiségével. Lomonoszov ebben a kérdésben lemondott a newtoni fizika alapjairól.

Lomonoszov beható kutatásainak eredménye az éter és az elektromosság területén, a légköri elektromosság felfedezése volt. Már 1743. óta tanulmányozta az északi fényt, s kifejezést adott annak a gondolatnak, hogy ez elektromos természetű. Az ötvenes évek elején különösen sokat foglalkozott az elektromossággal általában, főleg pedig a légköri elektromossággal. 1752-ben Suvalovnak küldött, „Az üveg hasznosságáról“ című munkájában Lomonoszov az elektromos jelenségekről, valamint a villám és a forgó üveggömbbel ellátott gépből kirepülő elektromos szikra azonosságáról beszél. Lomonoszov azt írja, hogy ez előtt a felfedezés előtt betegeket próbáltak gyógyítani elektromossággal, másra nem használták fel, de most, miután ismerjük a villám elektromos természetét, villámhárítót lehet felállítani s így el lehet kerülni a villámcsapásokat:

*Ha üveggomb forog, a hangja, villanása
A villám fényinek s hangjának törpe mása.
Elmém csodálta, de úgy láttam, nincs erőm
A megfejtéshez és sokáig kételkedőn
Néztem s kíváncsian, s míg naprul-napra lestem.
A villogásban én csak játékot kerestem.*

*Vagy gondom volt arra, hogy betegségeket
 Gyógyítani most ez új erővel hogy lehet,
 S törekvésem siker gyakorta koronázta.
 Ó, mily csodálatos időnknek változása:
 Sebes hír járja be a messzi népeket:
 A villám, íme, már nem rejt veszélyeket,
 Mert oly erő feszül a dörgő fellegekben,
 Amilyet láthatunk a megdörzsölt üvegben,
 Tudjuk törvényeit, s ismerve, mily erő,
 Szentélyeink felül már elvezethető.
 Így hát a két erő egyformasága biztos,
 S most várjuk már, a nyár vajjon számunkra
 mit hoz,
 Majd megmutatja az üveg az igazat...*

Lomonoszov e vers utolsó soraiban bejelenti, hogy „elhagyja a parnasszusi magaslatokat“, azaz búcsút mond a költészetnek kísérletei kedvéért, amelyeket elektromos gépekkel és a légköri kisülésekkel végez. 1752—1753 telén a megfigyelések megszűntek, de az első tavaszi zivatarokkal újra kezdődtek. 1753 júliusában meghalt Lomonoszov barátja, G. V. Rihman akadémikus (1711—1753), akit laboratóriumában elektromos kisülés ölt meg. Lomonoszov tovább folytatta ezeket a kutatásokat s eljutott a légköri elektromosság önálló elméletéig; a légkör elektromos jelenségeit, azaz a zivatart és az északi fényt a légköri rétegeknek a meleg és a hideg következtében beálló mozgásával magyarázta. Ezt az elméletet Lomonoszov Franklin munkájának megjelenése előtt állította fel. Ennek az elméletnek a kidolgozása szoros kapcsolatban van Oroszország egyik jellegzetes tünetményével, az északi fénnel.

A légköri villamosság tanulmányozására Lo-

monoszov „villám-gépet“ szerkesztett. Házának tetején fémcúcsokkal ellátott póznát állított fel. Egy vezeték a szobába vezette az elektromosságot s ott, földelés nélkül, egy vasrúdban végződött. Az elektromos töltés tehát nem került a földbe, mint a villámhárítónál s a „villám-gép“ rendkívül veszélyes volt. Egy ilyen berendezés okozta Rihman halálát.

Lomonoszov Suvalovnak írott ismeretes levelében részletesen leírta Rihman tragikus végét.

„Ezévi július hó 26-án déli egy órakor észak felől viharfelhő emelkedett a magasba. A dörgés rendkívül erős volt, esőnek nyoma sem látszott. Mikor a felállított villám-gépet megtekintettem, nyomát sem láttam az elektromos erőnek. Mialatt azonban az ételt feltálalták, a vezetékből csakúgy hullottak az elektromos szikrák s ekkor a feleségem és mások is odajöttek; mint jómagam, ők is körülállták a vezetéket és a felfüggesztett rudat, mivel azt akartam, hogy tanúi legyenek a tűz különböző színeinek, amelyek miatt az elhunyt Rihman tanár velem vitába szállt. Hirtelen rendkívül erős dörgés hallatszott, ugyanakkor, amikor kezemet a vason tartottam s a szikrák röpködtek. Mindannyian gyorsan elugrottak tőlem. A feleségem kérlelt, hogy én is menjek el. De a kíváncsiság még két vagy három percig ott tartott.

Alig ültem pár perce az asztalnál, mikor hirtelen kinyílt az ajtó és belépett Rihman tanár rémülten zokogó szolgálja. Alig tudta kimondani: „A tanár urat megölte a villám“. Amilyen gyorsan csak tudtam, odasiettem és láttam, hogy Rihman eszméletlenül fekszik. Szegény felesége és anyja ugyanolyan sápadtak voltak mint ő maga. Engem halála nagyon is közről érintett. A köztünk levő egyet-

értésre és barátságra gondoltam, amint magam előtt láttam azt, akivel egy órával ezelőtt még tanácskoztam s munkánk következő lépéséről vitatkoztam. Mindez, s feleségének, gyermekeinek, övéinek sírása annyira meghatott, hogy az összesereglett sokaságnak egyetlen szót sem voltam képes szólni vagy válaszolni. Az első ütés a fonallal felfüggesztett vasrúdból a fejét érte, homlokán meggyvörös folt volt látható; a villám elektromos ereje a lábán át a padozat deszkájába hatolt. Lába és ujjai kékek, a cipő darabokra szakadt, de nem égett meg. Megpróbáltuk a vérkeringést helyreállítani, amíg a test meleg, de a fején sebesült meg s így nem volt többé remény. Így, ezzel a végzetes kísérlettel bizonyította be, hogy a villám ereje elhárítható; de a vasrúdnak a szabadban kell állnia. Akkor annyit csaphat belé a villám, amennyit akar. Rihman úr egyébként hivatásának teljesítése közben szép halált halt. Emléke örökké élni fog!”

Ez a levél a következő jellemző megjegyzéssel fejeződött be:

„Nehogy ezt az esetet a tudomány fejlesztése ellen kihasználják, a legalázatosabbán kérem bocsásák meg a tudománynak.”

Valóban, Rihman halála szárnyakat adott a tudás ellenségeinek. Nascosokin tábornok, a kievi „Ethica” című skolasztikus könyvben összegyűjtött misztikus legendákra emlékeztetve, a tudós halálával kapcsolatban a következőket írja: „A villám július 26-án megölte Szentpétervárott Rihman tanárt, aki, hogy az embereket a lesújtó villámtól megmentse, géppel akarta visszatartani a villámot és a zivatart; ez azonban mindenekelőtt reá, a maga készítette gépére, sujtott le. Rihman ugyanúgy jár okoskodásával, mint ahogyan az ókorban Aiszchü-

losz athéni költőről írják: Megjósolták a csillagok állásából, hogy Aiszchülosz felülről jövő csapástól fog meghalni. Ezért került a mennykövet és egy — a városon kívüleső — magányos helyen húzódott meg. De történetesen egyszer feje felett egy sas repült el, amely teknősbékát vitt a csőrében. A sas kiejtette csőréből a teknősbékát s ez Aiszchülosz kopasz fejére esett. Így érte utól a vak sors Rihmant, mint Aiszchüloszt is. Ez vagyon írva Aiszchüloszról az *Ethica* és *Hieropolitika* című könyvben, a 183. oldalon.“

Lomonoszov most már egyedül folytatta tovább a légköri elektromosság tanulmányozását. Szeptemberben kellett volna felolvasnia beszámolóját. Sumaher akadályozni igyekezett nyilvános felszólalását és a légköri elektromosságra vonatkozó elméletének kifejtését. Végül novemberben sor került a „Lomonoszov által 1753 november 26-án beterjesztett néhány szó az elektromos erőtlől származó légi jelenségekről“ című értekezés felolvasására. Lomonoszov előadásában a súrlódás eredményének minősíti a légköri elektromosságot. A lehűlt és súlyosbodó légrétegek leereszkednek. A felmelegedő „párak“ a magasba emelkednek. A függőleges légáramlás előidézte súrlódás elektromossággal telíti a levegőt. „A forró párak és gőzök gömböcskéi, amelyek eltérő természetüknél fogva nem folyhatnak össze a vízgömböcskéikkel s mérhetetlen kicsinységük miatt a szilárd test tulajdonságaira hasonlítanak, gyors ellenmozgással egymáshoz ütköznek, súrlódnak. Ezek hozzák létre az elektromos erőt, amely az egész felhőn végigterjed s azt teljesen betölti...“ Egyúttal megmagyarázza az északi fény okait is. Lomonoszov, a „forró gőzök“ fikciója ellenére, rájött az északi fény elektromos természetére. A lég-

köri elektromosság elmélete szorosan összefügg a hőnek lomonoszovi felfogásával és Lomonoszovnak a gázokra vonatkozó elgondolásaival. Nagyszámú meteorológiai megfigyelésre, fizikai és kémiai feltevésre támaszkodik.

A „Néhány szó az elektromos erőtlől származó légi jelenségekről“ című munkát egész sor nagy tudósnak küldték meg. „Az, amit az éleseszű Lomonoszov ennek a finom anyagnak a felhőkben való áramlásáról előterjesztett, nagy segítséget nyújt mindazoknak, akik e kérdés megoldásának akarják szentelni erejüket“, válaszolta Euler. További eredmények kísérleti bizonyítékokat követeltek. Ehhez azonban műszereket kellett felküldeni a légkör felső rétegeibe. Lomonoszov megszerkesztette a már említett helikoptert, hogy ezzel juttasson hőmérőt a magasba, a nagy magasságok hőmérsékletének mérésére.

Mi volt Lomonoszov felfogása az elektromosság természetéről? A Tudományos Akadémia az ő kezdeményezésére az 1775-ös év feladataként jelölte meg „az elektromos erő igazi okának kikutatását és pontos elméletének felállítását“. Az ehhez a feladathoz csatolt programban Lomonoszov ezt írta: „... a testeken áthatoló finom elektromos anyagnak három különböző mozgása képzelhető el, nevezetesen: az áthatolás, a forgás és a rezgés. Itt helyénvaló megjegyezni, hogy melyik mozgásmód mennyire alkalmas az elektromos jelenségek előidézésére...“

Első tekintetre olybá tűnhet, hogy itt a specifikus „elektromos folyadékról“ van szó. De ha figyelmesen olvassuk ezt az idézetet, világossá válik, hogy Lomonoszov azt készül kikutatni, vajjon „melyik mozgásmód“ idéz elő elektromos jelenségeket,

más szóval, az ő számára az elektromos jelenségek valamely „finom anyag” különleges mozgásmódjának az eredményei. A feladat ennek a mozgásmódnak a közelebbi meghatározásában áll. A „finom elektromos anyag” nem egyéb, mint az éter. Az éter kerekded részecskékből áll. A részecskék forgása továbbítja a hőt, a rezgést, a fényt. Lomonoszov véleménye szerint az éter részecskéi vezetik az elektromosságot is.

Lomonoszov 1756-ban felkészült, hogy megírja „Geometriai módszerrel kidolgozott értekezés az éter természetéről” című munkáját (a tervbevett értekezés címlapját a Szovjetunió Tudományos Akadémiájának irattárában őrzik), de ez csak szándék maradt, ellenben ugyanabban az évben megírta: „Az elektromosság matematikai módszerrel kidolgozott elmélete”-t. Felhasználta ehhez az 1752—1755-ös évekből származó rengeteg feljegyzését — az elektromosságról, a fényről és az éterről — amelyek ugyancsak reánk maradtak.

Ezeknek a feljegyzéseknek elsőrangú módszertani jelentőségük van. Lomonoszov utal az értekezés anyagának fejezetek szerinti elrendezésére és ezt írja: „Ha teljesen lemondunk mindennemű elmélet alkalmazásáról, akkor kinek használ vajjon a nagy emberek sok kísérlete, rengeteg erőfeszítése és munkája”.

Közvetlenül ezután ez a mondat áll: „Az én kémiám-fizikai”. Nem nehéz észrevenni az összefüggést az idézett tételek között. Amint láttuk, Lomonoszov küzdött a kémiai kutatások kizárólagosan empirikus irányzatai ellen és igyekezett kauzális, mechanikai magyarázatát adni a kémiai jelenségeknek. Az ilyen magyarázatot nevezte fizikainak. Lomonoszov képzeletében a fizika egyesíti magában

mindazokat a mechanikai törvényeket, amelyek a természeti jelenségek megmagyarázására szolgálnak.

Csak ebből a szempontból értelmezhetjük Lomonoszov következő tételét is:

„Az elektromosságban nem lehet semilyen közeledő és távolodó mozgás vonzerő nélkül. De mindenütt taszító erő is van. Meg kell vizsgálnunk, hogyan megy ez végbe.“

Az elektromosság terén fontos megfigyelés: a könnyű testekre vonzerő hat. A természeti jelenségek fizikai magyarázata azonban nem támaszkodhatik a vonzásra, mint alapfogalomra, minthogy így elkerülhetetlen a távolbahatás feltevése, ami fizikailag elképzelhetetlen. Az elektromos jelenségeket olyanformán kell magyarázni, hogy az elektromos töltéssel rendelkező testek vonzását taszító hatásokra lehessen visszavezetni. Ezért volt szükség az éterhipotézisre.

„Az elektromosság matematikai módszerrel kidolgozott elméleté“-ben Lomonoszov az étert olyan anyagként határozza meg, amely a hő és a fény érzetét hozzánk továbbítja. Ezt a meghatározást hagyományosnak tekinti.

„Azt az anyagot, amelynek segítségével a fény és a hő érzetei hozzánk továbbíttatnak, mind a régi mind az újabb filozófusok éternek nevezik.“

Az éter Lomonoszov szerint, rendkívül finom és mozgékony anyag. Minthogy semilyen, az érzékszervekre ható ingerektől függő érzés nem jöhet létre mozgás nélkül, tehát a hő és a fény közvetítését az éter bizonyos mozgásának kell tekinteni. Lomonoszov erőteljesen hangsúlyozza a tűz nélküli fény és a fény nélküli tűz lehetőségét. A tények egész sora bizonyítja, hogy a hő és a fény némely eset-

ben együttesen keletkezik, máskor viszont nincs összefüggésben egymással.

Lomonoszov feltételezi, hogy az éter közvetíti a fényt és az elektromosságot is, de mivel ezek külön is fennállhatnak, arra kell következtetni, hogy az éter mozgásának különböző formái vannak. Az éterben ugyanúgy, mint az érzékelhető anyagban haladó, forgó és rezgő mozgások lehetségesek. Lomonoszov előtt nem kétséges, hogy az éter különálló részecskékből áll, amelyek forgó vagy rezgő mozgást végezve haladnak egyik helyről a másikra. Sőt a kavargó tömeg egyes részecskéi egyidejűleg forgó és rezgő mozgásban is állhatnak. Ezért közvetítheti az éter egyidejűleg a fényt és a hőt is. Lomonoszov kimutatja, hogy a fény rezgő mozgással, a hő pedig a részecskék forgása révén terjed az éterben. „Az elektromosság matematikai módszerrel kidolgozott elméleté”-ben jelentős részt szentelt ennek bizonyítására. Eközben igyekezett lehetőleg teljes hasonlatosságot kimutatni az éterrészecskék és az érzékelhető anyag részecskéinek mozgása között. Az éterrészecskék közvetlenül érintik egymást. Ezt a fény terjedésének sebessége bizonyítja. Ha a részecskéket térközök választanak el egymástól, akkor a fény továbbításánál előfordulhatna, hogy egyik részecske nem érinti a másikat és mozog, anélkül, hogy mozgását a másik részecskével közölné.

„Minthogy ennek a mozgásnak így kell végbemenie a tér minden részében, amelyet érzékelhetünk, s melyen a fény keresztülhalad, ezért a fény terjedése nem lenne olyan pillanatnyi, mint amilyen, hanem észrevehető időt venne igénybe — annál hosszabbat, minél hosszabb az a távolság, amelyet befut. Noha az idő, melynek folyamán az

éter-korpuszkulák kölcsönös érintkezésük nélkül mozgásban vannak, csaknem végtelenül kicsiny, de viszont kicsinységük következtében csaknem végtelen nagyszámú korpuszkula is van. A csaknem végtelen kicsiny mennyiség végtelen sokszor véve valamilyen érzékelhetőt és nagyot eredményez. Ezért tehát a fény terjedésének ideje észrevehető lenne, ha valamennyi éterrészecské nem érintkeznék egymással. De mivel a fény terjedésének ideje óriási távolságokra majdnem észrevehetetlen, nyilvánvaló, hogy az éterrészecskéknek egymáshoz kell simulniuk és éppen ez a bizonyítás tárgya.“

A hő az éterrészecskék forgása következtében terjed az éteren át, az érzékelt anyagokban való terjedéséhez hasonlóan.

„A hő terjedni képes az értekek számára hozzáférhető testekben, amelyeknek részecskéi kölcsönösen egymáshoz simulnak (mivel egymáshoz láncolódnak); a természet hasonlóságából és azonosságából következik, hogy a hő az éterrészecskék kölcsönös érintkezése nélkül nem terjedhet.“

Az elektromosság lomonoszovi elméletének alapvető problémája az éter különböző fajtái és az érzékszervekre közvetlenül ható közönséges anyag fajtái között fennálló kölcsönhatásokban rejlik. Lomonoszov ezért mindenekelőtt határt von az olyan anyag között, amelyben az éter elektromos mozgásra tesz szert és az olyan anyag között, amely csupán továbbítja az elektromos erőt. Lomonoszov ebben a kérdésben csatlakozik a XVII—XVIII. század egész fizikájához, amely a szigetelőket elektromos testeknek, a vezetőket pedig nem-elektromosoknak nevezte. „Az elektromosság matematikai módszerrel kidolgozott elméleté“-ben Lomono-

szov a következőképpen határozza meg ezeket a testeket:

„Az érzékelhető testek (azaz az egész anyag az éter kivételével — *a szerző megj.*) két részre oszlanak: elsődleges és leszármazott elektromos testekre. Az elsődleges elektromos testek dörzsöléskor elektromos erőt hoznak létre s ezt más testeknek is közvetíthetik. A második csoportnak nincs meg ez a tulajdonsága, de megvan az a sajátsága, hogy felvegye és továbbítsa azt az elektromos erőt, amelyet az elsődleges testek fejlesztettek és amelyek elzárják az erő terjedési útját s így a leszármazott elektromos testek védelmére szolgálnak.“

Az elektromos, vagy amint Lomonoszov mondja, az elsődleges elektromos testekhez tartoznak: a borostyánkő, a kén, a pecsétviasz, az üveg, a selyem és főként a gyantás anyagok. A leszármazott elektromos testekhez tartoznak az állati test, a víz és a fémek. Az elektromos erők fejlesztése és ezeknek a felvétele a testek természetétől függ. Lomonoszov véleménye szerint a létező elektromos elméletek alapvető hiányossága az, hogy figyelmen kívül hagyják a testek természetét. Az elektromossággal foglalkozó kutatók csupán a hipotétikus fluidum sajátosságai iránt érdeklődtek. Lomonoszov velük ellentétben azt állítja, hogy az elektromosság elméletének kapcsolatban kell lennie magának az anyag természetének elemzésével, más szóval a kémiai kutatásokkal. Ezt a feladatot akarta megoldani Lomonoszov „Néhány szó a fény keletkezéséről, valamint az új színelméletről“ című munkájában (1756). Elméletének kifejtését a hullám- és a Newton-féle elmélet összehasonlításával kezdi. A fény hullámelmélete mellett foglal állást és megismétli „Az elektromosság matematikai módszer-

rel kidolgozott elméleté"-ben már kifejtett tételt az éter három lehető mozgásáról. Itt azonban új, elvi szempontból érdekes érveket hoz fel az áramlási elmélet ellen. Lomonoszov éter-elméletnek tekinti Newton elméletét, amely a fényt az éter fényrészekkéinek haladó mozgásával magyarázza. Elveti az éter haladó mozgását, mert ez a fénytörés törvényével csupán a newtoni vonzóerő segítségével egyeztethető össze, Lomonoszov viszont a kinetikai modellekkel nem ábrázolható vonzóerőt a középkori fizika misztikus elképzeléseihez hasonlítja. A második érv a newtoni fény-elmélet ellen a fény terjedési sebessége — ezért elveti az áramlás eszméjét.

Emlékeztessünk befejezésül Lomonoszov csillagászati nézeteire. Számos művében Kopernikus tanítását védelmezte. Egy fontos csillagászati felfedezés is fűződik a nevéhez: ő fedezte fel a Hold légkörét. Csillagászati munkáiban a világegyetem vallásos elképzelései ellen küzdött, amelyeket „a világban kószáló istenfaragók“ terjesztenek, „noha egy egész évszázadon át a csillagászatnak még a nevét sem hallották s alig mernek felnézni az égre“. Lomonoszov ironizálja a hagyományos, a tudomány által elvetett elképzeléseket és költeményeiben Kopernikust védelmezi.

Lomonoszov ilyenformán az egyetemes mechanikai világképért küzdött. Munkájának legfőbb eszméi: az atomisztika, a fizikai és kémiai jelenségek kinetikus magyarázata s a mozgás és az anyag megmaradásának elve.

Eszméi szülőföldjének hazafias szolgálatából fakadtak. Az, hogy Lomonoszovnak a természetről szóló materialista tanítását Ragyiscsev átvette, megteremtette az orosz tudományban a materialista szemlélet folytonosságának alapjait.

A DEKABRISTAK KORTARSAI

A XVIII. században az élenjáró orosz természettudósok az állam katonai, ipari és kulturális hatalmának megerősítésére és az orosz népnek a jobbágyság legmaradibb és legbarbárabb formái alól való felszabadítására törekedtek. A XIX. század első felében az élenjáró orosz tudósok tevékenysége az 1812. évi Honvédő Háborúval összefüggő hazafias fellendülésből és abból a hő vágyból fakadt, hogy az orosz népet teljesen felszabadítsák a jobbágyi kizsákmányolás alól. A hazafias fellendülés és a felszabadító eszmék kapcsolata a természettudománnyal korántsem volt egyszerű. Csupán nagyon kisszámú természettudós volt a feudális rendnek közvetlen és tudatos ellenfele. A többség távol állt a felszabadító harctól. Viszont a XIX. század számos tudósának tudományos alkotásában bonyolultan, de mégis kétségkívül megmutatkozott az az általános társadalmi fellendülés, amelynek alapját a jobbágy-rendszer elleni küzdelem alkotta.

A dekabristák tudatosan harcoltak Araksejev, Sándor és I. Miklós feudális monarchiája ellen. Azokban az években, amikor a cári önkényuralom volt Európa zsandárja, amikor az orosz cár segített

az európai uralkodóknak a szabad gondolat elfojtásában, ezekben az években indult meg magában Oroszországban az a mozgalom, amely rövidesen az egész világot meglepte résztvevőinek határtalan bátorságával. A dekabristák az orosz nemesség legjobb képviselői voltak. Nem saját kiváltságaikat, hanem a nép érdekeit védelmezték. Ragyiscsev és az előző évszázad felvilágosult nemesei eszméinek folytatói voltak. Ragyiscsevhez és a XVIII. század felvilágosítóihoz hasonlóan a dekabristák is fel akarták szabadítani a parasztságot a jobbágyi függőség alól s ők sem tudták, hogy ez a kizsákmányolásnak új, kapitalista formáihoz vezet. A kapitalizmus Oroszországban még csak csírájában volt meg s a haladó oroszok még nem vették észre ellentmondásait és mérges kelevényét.

„Nem szabad elfeledni — írja Lenin — hogy abban az időben, amikor a XVIII. század felvilágosítói (kiket a közvélemény a burzsoázia vezéreihez számít) írtak, amikor a 40-es évektől a 60-as évekig a mi felvilágosítóink írtak, *valamennyi* társadalmi kérdés a jobbágyrendszer és maradványai ellen folytatott harc körül összpontosult. Az új társadalmi és gazdasági viszonyok és ellentmondásaik akkor még csak csírájukban voltak meg. Ezért a burzsoázia ideológusai akkor még nem voltak önzőek; ellenkezőleg, a Nyugaton is és Oroszországban is teljesen őszintén hittek az általános jólétben és őszintén óhajtották ezt, valóban nem látták (részben még nem is láthatták) az ellentmondásokat abban a rendszerben, amely a jobbágyrendszerből nőtt ki“.*

Ragyiscsev és a XVIII. század végének többi

* *Lenin Művei*. 3. kiad. II. köt. 315. old. (oroszul).

felvilágosítói, valamint a XIX. század elején a dekabristák, nem látták, hogy Nyekraszov szavai szerint

*... A jobbágyi láncok helyett
Az emberek sok mást kieszeltek ...*

Valójában mégis a kizsákmányolás új formáira való áttérésért küzdöttek. Itt azonban nagyon fontos az áttérés útja. Az ipari üzemeket vezető nemesek látták a bér munkára való áttérés szükségszerűségét és fölényét, de azt akarták, hogy a parasztok felszabadítása felülről történjék s hogy a jobbágyi rendszernek számos maradványa, a nemesség számos kiváltsága megmaradjon. Ezzel szemben a parasztság érdeke a földesúri hatalom teljes forradalmi megsemmisítése, a jobbágyi rendszer valamennyi maradványának forradalmi úton történő kiirtása volt.

A parasztság érdekei és közvetlen követelései tükröződtek vissza a XVIII. század felvilágosítóinak s később a dekabristáknak politikai, társadalmi és filozófiai eszméiben is. Ez a tükröződés különböző volt. A dekabristák egyrésze véget akart vetni az önkényuralomnak és a jobbágyi rendszernek, még mielőtt a parasztforradalom, egy új, ezúttal győzelmes Pugacsov-felkelés kitörhetne. Mások, Ragyiscsevet követve, a parasztforradalomban látták a nép elnyomóinak megérdemelt büntetését. De akár így, akár úgy, mindenesetre a parasztság helyzete állott a figyelem középpontjában.

Mi volt a magyarázata a parasztság iránti érdeklődésnek és figyelemnek? Gorkij írta, hogy „ezt az érdeklődést és figyelmet maga a parasztság idézte elő: lázadások és felkelések útján. Ezzel fog-

lalkozott rendkívüli buzgalommal és mind nagyobb energiával“.

Nem szabad elfelednünk, hogy az orosz hadsereg a parasztsággal együtt 10—13 évvel a dekabristák felkelése előtt verte le Napoleont az 1812. évi Honvédő Háborúban. A háborúban aratott győzelem a hazafias érzések óriási fellendülésével kapcsolódott egybe. Az orosz tisztikar legjobbjai látták a nép bátorságát és értelmességét. De közvetlenül ezután látták és meggyűlöltek az arakcsjevi száműzetéseket, az értelmetlen kegyetlenséget, a földesúri önkényt, a nép kigúnyolását s a megvetést, amellyel a hatalmasok a népet és kultúráját illették. Az orosz férfiak kiváló nemzedéke a hazafiság, a közösségi eszme, a néppel való rokonság és a nép iránti kötelesség légkörében nőtt fel. Ez a nemzedék különféle módon szolgálta hazáját. Egyesek — a legenergikusabbak és legkiengesztelhetlenebbek — felkelést készítettek elő a nép elnyomói ellen. Mások a nép alkotó munkásságának mélyreható tanulmányozása alapján az orosz irodalmat és művészetet fejlesztették. Még mások az orosz tudományt vitték hatalmas lépéssel előre. Tevékenységüknek a nép iránti kötelességérzet volt a mozgató ereje. Ez a kötelességérzet vezette Kahovszkij dekabristát, amikor a tört élesítette, mellyel a cárt akarta megölni; ez vezette Puskind, az orosz irodalom legnagyobb műremekeinek megalkotásánál; ez vezette Glinkát, amikor „Ivan Szuszanyin“ kot-táját írta és Lobacsevszkijt az új geometria megteremtésénél.

Herzen volt ennek a nemzedéknek a legkiválóbb filozófusa. Herzen a Honvédő Háború évében született. Tizenhároméves volt, amikor a Szenatszkiej-téren a sortűzek eldőrdültek. Ezek a sortűzek azon-

ban messzemenő visszhangot váltottak ki az orosz társadalomból és éppen ezek keltették fel Herzenben a forradalmi gondolkodót.

A nép szeretete készítette az ifjú Herzent arra, hogy olyan erőket keressen, amelyek véget vethetnének a jobbágyi rendszernek és a cári hatalomnak. Kezdetben a kapitalizmus fejlődésében reménykedett. De az 1848. évi forradalom alatt látta, hogyan válik a burzsoázia hatalomrajutása után reakciós erővé, hogyan számol le a forradalmi munkássággal és hogyan vezeti be a legundorítóbb haszonlesés és kizsákmányolás uralmát.

Herzen megvetése Nyugat-Európa kizsákmányoló, burzsoá kultúrájával szemben, hazája fényes jövőjébe vetett hazafias hite alkotta forradalmi beállítottsága alapját. Forradalmi nézetei utópisztikusak voltak. Nem látta azt, hogy a kapitalizmus a munkásosztály megteremtésével nagy forradalmi erőt hoz létre, nem látta azt, hogy a kapitalizmus tömöríti, egyesíti és forradalmasítja a munkásokat s ezzel saját pusztulását készíti elő. Herzen reménysége a parasztok voltak, akiket „még nem rontott meg a kapitalizmus“ s akik éppen ezért a régi közösség alapján, közvetlenül áttérhetnek a szocializmusra. Herzen szocializmusa nem igazi szocializmus; ha az történt volna, amire ő törekedett, Oroszország a kapitalizmus útján haladt volna, de ez az út mentes lett volna a jobbágyi rendszer maradványaitól.

A valóság forradalmi szemléletéből következtek Herzen filozófiai nézetei s részben a hegeli filozófia kritikája. Nem az eszme irányítja az anyag világot — mondotta Herzen — maga az anyagi lét, maga a természet belső törvényszerűségei következtében fejlődik, megy át egyik állapotból a másikba

s ez a folyamat végtelen. A gondolkodás az anyag sajátsága. Ez az anyag fejlődésének bizonyos fokán jelenik meg. Az anyag sajátsága kezdetben csupán a mechanikai mozgás, ehhez jönnek később a kémiai tulajdonságok, azután jelenik meg a szerves élet, az állatok és a növények élete s végül a gondolkodás.

Herzen erősen megközelítette a dialektikus materializmust. Egyike volt az elsőeknek, akik megértették, hogy a dialektika forradalmi módszerré válhat a tudományban és a gyakorlatban.

Lenin Herzenről írott cikkében utóbbinak a példáján mutatta meg, hogyan adott nagy gondolkodót Oroszországnak a dekabristák felkelése. „A dekabristák felkelése felébresztette és «megtisztította» — írja Herzenről. — A XIX. század 40-es éveinek jobbágyi Oroszországában olyan magasra tudott emelkedni, hogy kora legnagyobb gondolkodóival állott egy vonalban. Elsajátította Hegel dialektikáját. Megértette, hogy az a «forradalom algebraja». Továbbment Hegelnél, a materializmus felé, Feuerbachot követve. A «Levelek a természet tanulmányozásáról» c. mű. «Tapasztalás és idealizmus» c. első levele, melyet 1844-ben írt, olyan gondolkodóval ismertet meg, aki még most is egy fejjel kimagaslik a korabeli természettudós empirikusok sokaságából és a mostani filozófusok, idealisták és félidealisták tömegéből.“*

Ilyenformán a huszas-negyvenes évek forradalmi fellendülésének eredményei megmutatkoztak a filozófiában is, a tudományban is és az emberiség legnagyobb gondolkodóinak sorába emelték az orosz gondolkodót.

* *Lenin Művei.* 3. kiad. XV. köt. 464. old. (oroszul).

Ugyanez a kor, ugyanez a nemzedék, ugyanez a társadalmi fellendülés tükröződött Nyikolaj Lobacsevszkij alkotásában is, aki megalkotta az abszolút (nem-euklidészi) geometriát s a matematika nemzetközi legnagyobb vívmányának szintjére emelte Oroszországban ezt a tudományt.

Álljunk meg egy pár pillanatra Lobacsevszkij életénél és alkotó munkásságánál. Vizsgáljuk meg az abszolút (nem-euklidészi) geometria összefüggését az orosz társadalmi fellendüléssel és az orosz közösségi gondolatnak Lenin által kimutatott materialista áramlatával.

Lobacsevszkij 1793-ban született, kortársa volt a XIX. század elején lejátszódó történelmi eseményeknek.

A Honvédő Háború és az orosz társadalom ébredése — mindez különbözőképpen tükröződött vissza Lobacsevszkij kortársainak életében és alkotásában. Ezek az események közvetlenül Csaadajev és Pesztyel tevékenységében tükröződtek vissza, bonyolultabb úton összefüggenek Puskin művével és nagyon bonyolult és nehezen meghatározható kapcsolatok révén hatottak a matematikai gondolkodás fejlődésére. De bármilyen nehéz is meghatározni ezeket az összefüggéseket, létezésük vitathatatlan.

A történelmi események visszhangja a század elején eljutott Kazánba is, ahol Lobacsevszkij tanult. A társadalmi fellendülés levegője nyilvánult meg abban a magas szellemiségben és lelkesedésben is, amely magával ragadta a nemrég alapított kazáni egyetem első hallgatóit. Itt „minden nemtelennel és aljassal szemben teljes megvetés, ... de minden becsületes és nemes iránt, ha öntudatlanul is, mély tisztelet uralkodott“ — írta Akszakov

„Szemejnaja Hronyika“ (Családi Krónika)-jában.

A lelkesedéssel teli ifjúság a könyvekre vetette magát. „Nemcsak nappal, de még éjszaka is tanultak. Mindannyian lesóványodtak, mindnek beesett az arca, úgy hogy az igazgatóság kénytelen volt hatékony intézkedéseket hozni ennek a láznak a leállítására... Gyönyörű aranykor! A tudás iránti tiszta szeretetnek, a nemes szórakozásoknak kora!“ A legbuzgóbb diákok egyike N. I. Lobacsevszkij volt, aki 1807-ben került a kazáni egyetemre. 1807-től 1811-ig az egyetemi előadások megismertették Lobacsevszkijt a csillagászzal, a matematikával, a fizikával és a filozófiával.

A kazáni egyetemen G. I. Kartasevszkij volt az első matematikatanár, aki azelőtt ugyancsak Kazánban, a gimnáziumban tanított. Lobacsevszkij 1807-ben az ő aritmetikai, geometriai és trigonometriai előadásait hallgatta. Kartasevszkij volt a gimnazisták és a diákok kedvence. A kortársak általánosan elismerik, hogy élesen kivált környezetéből. Akszakov írja, hogy Kartasevszkij „olyan kivételesen nemeserkölcsű ember volt, amilyennel csak nagyritkán találkozunk, s akinek egész élete példaképül szolgálhat“. A fiatal tanár szellemisége megnyilvánult az előadások megszervezésében is. Akszakov tanúsága szerint Kartasevszkij állandóan arra törekedett, hogy oktatását elmélyítse, nemcsak a XVIII. század lángeszű matematikusainak műveit, hanem a filozófiai irodalmat is tanulmányozta és nagyon komoly általános filozófiai és matematikai előkészület alapján tartotta meg előadásait. Valószínű, hogy éppen Kartasevszkij keltette fel Lobacsevszkijben a szigorú matematikai igazságra való törekvést s azt a széleskörű érdeklődést a matematika alaptételei iránt, amely benne a láng-

ész magasságáig emelkedett és az abszolút geometria megteremtéséhez vezetett.

A kazáni egyetemen jól volt megszervezve a matematikai oktatás. Lobacsevszkij jó tudományos képzsében részesült. A kazáni egyetem azonban az akkori araksejevi idők intézménye volt, olyan intézmény, ahol a vallás- és oktatásügyi minisztérium hivatalnokai igyekeztek kiűzni növendékeikből a lázadás szellemét. Ebbe a gépezetbe került a zabolátlan, eleven ifjú és száraz, megsavanyodott tanárként jött ki belőle. Már 1810-ben megindult a büntetések, nyilvános megrovások, bebörtönzések stb. sorozata. A következő év még rosszabb volt. 1811 májusában jelent meg a cár rendelete arról, hogy „az egyetemeken és más főiskolákon tanuló, papi vagy' raznocsinyec származású diákok, ha kicsapongó életmódot folytatnak és jelentős büntettekben vétkesek, az említett intézetekből való kizárásuk mellett katonai szolgálatra küldendők, ha pedig nemes származásúak, Őfelsége elé rendelendők“. Ez a sors fenyegette Lobacsevszkijt is, mert Kondürjov felügyelőhelyettes nemsokára jelentést terjesztett be s ebben felsorolta Lobacsevszkijnek az egyetemi bizonyítványba bejegyzett „büntetteit“. Jelentette, hogy „Lobacsevszkij február havában a legrosszabb viselkedést tanúsította. Az igazgatóság parancsa ellenére, hogy az egyetemről ne távozzék el, újév napján, majd még egyszer álarcosbálba és ismételten vendégségbe ment, amiért is ismételten nevének a fekete táblára való felírásával s ennek a diákszobákban való egyheti kifüggesztésével büntették.“ Ugyanazon év júliusában Kondürjov megírta, hogy „Lobacsevszkij jelentős mértékben az istentelenség jeleit nyilvánítja“. A kizárástól a tanárok pártfogása mentette meg. Később, ugyancsak

az ő kérelmükre, meghagyták az egyetemen, ahol 1816-ban tanár lett.

Oroszországban ezekben az években magasra csaptak a reakció hullámai. Még a vallás- és oktatásügyi minisztérium vezetője, Golicün, aki I. Sándor misztikus vallási gyakorlatainak egyik részvevője volt, sem bizonyult eléggé konzervatívnak. Fotyij archimandrita és Arakcsejev ellene foglaltak állást. Végülis elérték Golicün lemondását s ennek helyét Siskov foglalta el, aki nyomban tervet állított fel, „milyen eszközöket alkalmazzanak, hogy csendben és bizalmasan elfojtsák azt a rosszat, amelyet nálunk nem hívnak ugyan carbonarizmusnak, de amely mégis pontosan az“. A reakció azonban már ez előtt határozottan fellépett a felvilágosodás, a természettudomány, a filozófia és az egyetemek ellen. 1818-ban utasítás jött a Tudományos Bizottság számára, melyben „a hit, a szellemi nevelés és a hatóságok közötti állandó és üdvös egyetértést“ követelik. Ugyanebben az utasításban a legnagyobb óvatosságot ajánlják a filozófiai és természettudományi könyvekkel szemben.

A Tudományos Bizottságnak egyik legtevékenyebb tagja Magnyickij volt. Szidalmazta „az istentelen egyetemek tanárait, akik a hitetlenség és a törvényes hatalom elleni gyűlölet finom mérgét oltják a szerencsétlen ifjúságba“. Magnyickij később a filozófiai oktatás teljes betiltását javasolta, „mivel semilyen mód sincsen arra, hogy ezt a tudományt a hit tanításával összhangban, de akár csak a hit károsodása nélkül is kifejthessék“. De úgy döntöttek, hogy „a filozófiai tudományok oktatása, az újabb filozófusok badarságaitól megtisztítva, amennyiben a keresztény tanítás igazságain alapszik és a monarchikus kormányzat előírásaival

összhangban áll, felsőbb tanintézetekben nélkülözhetetlen“. 1819-ben Magnyickijt bízták meg a kazáni egyetem felülvizsgálatával. Magnyickij beszámolójában arra a következtetésre jutott, hogy az egyetemet, tekintettel „a tanárok kormányhűségének megbízhatatlanságára és a veszélyes szellemre... el kell pusztítani. Ez az elpusztítás kétféle lehet: 1. az egyetem bezárása, avagy 2. nyilvános lerombolása... A kazáni egyetem elpusztítása ma annál természetesebbnek látszik, mivel kétségkívül valamennyi kormány rendkívüli figyelmet fordít az iskolai oktatás általános rendszerére, mely a filozófia szerény álarcát levetve immár felemelt törrel áll Európa kellős közepén“.

Az egyetemet nem zárták be, de átadták Magnyickijnak. Kinevezték a kazáni körlet kurátorává s ő persze hozzáfogott a bűn kiirtásához. Magnyickij nemsokára Lobacsevszkijt bízta meg az egyetemi épület építésének felügyeletével és nem mulasztotta el, hogy Lobacsevszkij jellemét a maga egyházi és rendőri rendszerével megzabolázza. 1823-ban Magnyickij ezt írta a kazáni egyetem rektorának:

„...ha Lobacsevszkij professzor oktan és szinte nevetséges gögje még megtisztelő rangját sem becsüli sokra, akkor hogyan remélhetné Ön, hogy kigyógyíthatja a gyenge lelkek eme betegségéből, amelynek egyetlen orvosságát, a hitet elvetette? ... Nagyon fogunk vigyázni minden cselekedetére.“

Hangsúlyoznunk kell, hogy Lobacsevszkij tudományos kérdésekben lelkiismeretének és nem Magnyickij akarátának engedelmeskedett. Tudományos nézeteiből, elgondolásaiból egy jottányit sem engedett. Ezen a területen tört utat magának lelkesedése — melyet a társadalmi fellendülés ébresztett

fel — ifjú korában befogadott eszméi, valamint hajthatatlan bátorsága és elgondolásának ereje.

Lobacsevszkij nem felejtette el azt a légkört, amelyben a század elején a szabad orosz gondolat megszületett. „A nevelés legjelentősebb tárgyairól“ szóló beszéde a természetes törekvések szabadságát követeli s a következő ragyogó sorokat foglalja magában:

„Mi sem gátolja annyira az élet folyamát mint a tudatlanság, amelynek sivár útján gyorsan halad életünk a bölcsőtől a sír felé. A földműves vagy kézműves értelmét is gyönyörködteti a pihenéssel párosult munka, de ti, akiknek létezését az igazságtalan sors mások számára teherré tette, ti, akiknek értelme eltompult és érzéklései elaludtak, ti nem élvezitek az életet. Számotokra a természet halott, a költészet szépségei idegenek, az építészet elveszítette báját és fenségét, az évszázadok történelme érdektelen. Azzal a gondolattal vigasztalom magam, hogy a mi egyetemünkről nem kerülnek ki ilyen szájalmas lények; sőt, be sem kerülnek ide, ha szerencsétlenségükre ilyennek születtek. Ismétlem, hogy be sem kerülnek ide, mert ez itt a dicsőség keresésének, a becsületérzésnek és a belső méltóság szeretetének otthona.“

„A becsület és a belső méltóság“ eme érzése vezette Lobacsevszkijt merész elméleteiben. A mindennapi megalkuvások nem érintették Lobacsevszkij tudományos világnézetét. Engedményeket tehetett bármiben, de nem ezen a téren. Hiszen éppen a matematika volt Lobacsevszkij történelmi jelentőségű munkásságának porondja.

Rá kell mutatnunk arra, hogy Magnyickij magatartását a nyugateurópai tudomány reakciós irányzatai előtti szolgai megalázkodás hatotta át.

Magnyickij követte Sumaher reakciós hagyományait. Rosszul bánt az orosz tudósokkal és azt követelte tőlük, hogy a nyugateurópai obszkurantizmus legrosszabb példáit utánozzák. A kazáni egyetem felülvizsgálatáról szóló jelentésében (1819-ben) ezt írta:

„Itt az ideje, hogy beálljunk a legműveltebb népek sorába, amelyek immár nem szégyenlik a nyilvánlatkoztatás fényét. Párizsban kiadják a próféta jövődöléseinek új fordítását. Egész Anglia a biblia eredeti nyelvét tanulja. Németország, hála Kantnak, aki a filozófia labirintusán át a hit templomának küszöbéig hatolt, egyedül a bibliában keresi a bölcseséget...“*

Ezzel szemben a haladó tudomány általában, s főleg Lobacsevszkij alkotó munkássága hazafias lelkesedésből, nemes eszmeiségből s a társadalmi jólétre való törekvésből fakadt s a szülőföldnek, a haza népének szolgálatát jelentette. Lobacsevszkij „A nevelés legjelentősebb tárgyairól“ szóló beszédében (1828-ban) ezt mondotta:

„Hadd szabjanak a történelmi példák, a becsületesség igazi fogalma s az ifjúság éveiben felkeltett hazaszeretet már idejében irányt a szenvedélyeknek s adjanak erőt, amely lehetővé teszi számunkra, hogy a halál réme felett diadalmaskodjunk.“

„Az ifjúság éveiben felkeltett hazaszeretet“ vezette Lobacsevszkijt lángeszű munkáiban. A hazafiság volt annak a példátlan kitartásnak és bátorságnak eszmei és erkölcsi alapja, amely az új geometriára vonatkozó kutatásaiban vezette.

* *Zagoszkin*: A kazáni egyetem története. Kazán 1904. III. köt. 288—289. old.

Magnyickij uralma 1826-ig tartott. I. Sándor halála után sietett Konsztantyint alattvalói hűségéről biztosítani. Miklós, trónralépése után Magnyickijt állásától felmentette.

1827 februárjában M. N. Muszin-Puskint nevezték ki a kazáni oktatási körzet kurátorává. Az új kurátor az araksejevi tanok durva, féktelen és buzgó kiszolgálójának bizonyult. Az emberismerő Nyikityenko azt mondta róla, hogy egész szolgálati pályafutása folyamán nem találkozott Muszin-Puskinnál ostobább emberrel. F. Usztrjalov pedig így ír róla: „Megszokta a kaszánya-életet s az elmúlt araksejevi idők fegyelmeiben látta minden baj orvoslását“. Magnyickij után azonban Muszin-Puskin mégis jó benyomást keltett Kazánban. Valóban, az álszenteskedés légköre foszladozni kezdett, az előadások korlátozása alább hagyott. Az új kurátor egyáltalán nem törődött az előadások tartalmával s minden figyelmét a külső fegyelmezettségre, pontosságra s a diákok és a tanárok „magatartására“ összpontosította.

Muszin-Puskinnak imponált Lobacsevszkij nyíltsága. Lobacsevszkij 1827 május 3-án az egyetem rektora lett. Lassanként bizonyos befolyást gyakorolt a kurátorra, mint szorgos, szigorú és kifogástalanul becsületes adminisztrátor, a kurátor teljes bizalmát élvezte.

Lobacsevszkij, mint az egyetem rektora, különösen nagy figyelmet fordított az egyetemi épület építésére. 1833-tól 1844-ig az építőbizottság elnöke volt. 1833-tól 1842-ig felépítették az anatómiai előadótermet, az obszervatóriumot és több más épületet. 1842-ben azonban a tűzvész számos új berendezést elpusztított. Az építkezést újból folytatni kellett. Lobacsevszkijre hárult a könyvtár igazgatása

is. Még Magnyickij idejében, 1819-ben, megbízták azzal, hogy az egyetem teljes rendetlenségben levő, gazdag könyvtárát rendezze. Lobacsevszkij helyzete nagyon nehéz volt. Magnyickij buzgón örködött a könyvtári könyvek kiválogatásán. 1819-ben a könyvek ellenőrzését és Voltaire műveinek megsemmisítését követelte. Az ehhez hasonló követelések nem szűntek meg. Lobacsevszkijnek úgy sikerült az ilyen könyveket megőriznie, hogy külön szekrénybe zárta ezeket és a szekrényt lepecsételte. 1825-ben kinevezték egyetemi könyvtárossá s ezt az állást, amelyet a rektori kötelezettségekkel együtt látott el, egészen 1835-ig megtartotta.

Ha Lobacsevszkij Magnyickij kurátorsága alatt ki is dolgozhatott új geometriai elméleteket, a kurátorsere mindenesetre megkönnyítette nem-euklidészi geometriára vonatkozó munkáinak közzétételét. Magnyickij különös buzgalommal fürkészte a tudomány ideológiai tartalmát. A csillagászatban, a fizikában, a biológiában, nem is szólva a társadalomtudományokról és a filozófiáról — mindenütt forradalmi gondolatokat vélt felfedezni. A következő időszakban a helyzet némileg megváltozott. A bürokratikus és kasztjellegű oktatási politika — s ennek a Muszin-Puskin típushoz tartozó okoskodó végrehajtói — mégis az eddiginél kisebb mértékben korlátozta a szabad gondolkodást, ha ez nem érintette közvetlenül és nyilvánvalóan a rendszer „pilléreit“. Ezért esik ebbe az időbe Lobacsevszkijnek egész sor megnyilatkozása, melyeknek nyomán világnézetét megítélhetjük. Ugyanebbe az időszakba esik Lobacsevszkij alapvető geometriai munkáinak közzététele is.

A bennük kifejtett nem-euklidészi geometria egyike a tudomány történetében ismert legkomo-

lyabb fordulópontnak. Tannery Kolumbushoz, Clifford pedig Kopernikushoz hasonlította Lobacsevszkijt, de — amint ezt V. F. Kagan helyesen megjegyzi — sem az új világrész felfedezése, sem a heliocentrikus rendszer megalkotása nem követelt olyan határozott lemondást a merev és megrögződött eszméről, mint ahogyan ez Lobacsevszkij munkáiban jelentkezik. Ha Kopernikus megállította a napot és mozgásba hozta a földet, mégis „könnyebb mozgásba hozni a földet, mint csökkenteni a háromszög szögeinek összegét, egymás felé hajló párhuzamosokat vonni és eltéríteni egymástól az egyenesre bocsátott merőlegeseket“.* Éppen ez a lényege Lobacsevszkij geometriájának, amelyet azért neveznek nem-euklidészi geometriának, mert lemondott Euklidész legjelentősebb geometriai tételéről.

Euklidész három évszázaddal a mi időszámításunk előtt fejtette ki geometriáját, amelyet teljességében néhány axiómából és posztulátumból vezetett le. Euklidész ötödik posztulátuma a párhuzamos egyenesekre vonatkozik. Ezt néha Euklidész tizenegyedik axiómájának is nevezik. Euklidész első könyvében párhuzamosaknak nevezi azokat az egyeneseket, amelyek egy síkban fekszenek és nem metszik egymást, bármennyire hosszabbítsuk is meg őket mindkét irányban. A 27-ik és 28-ik teoremben Euklidész kimutatja, hogy két egyenes, amely ugyanazzal a harmadikkal két derékszöggel egyenlő összegű belső egyoldalú szögeket alkot, sehol sem találkozhat egymással. Tovább, a 31-ik teoremben arról van szó, hogy egy, az egyenesen kívül eső ponton át az adott egyenessel párhuzamos egyenes

* Lobacsevszkij pangeometriájának százéves évfordulója
Cikkgyűjtemény. Kazán, 1927. 60—61. old. (oroszul).

vonható. Nem lesz-e ez az egyenes az egyetlen? A felelet az ötödik posztulátumon alapszik.

Az ötödik posztulátum két egyenesről beszél, amelyek egy harmadikat metszenek. Ha az utóbbival belső, egyoldalú szögeket alkotnak, amelyeknek összege két derékszögnél kisebb, akkor ez a két egyenes, kellőképpen meghosszabbítva metszi egymást s ilyenformán háromszög keletkezik. Ezt a posztulátumot néha egyszerűbb, a fentiekből adódó szövegezésben is használják: az egyenesen kívül megválasztott ponton át ugyanabban a síkban az adott egyeneshez csupán egyetlenegy párhuzamos vonható. Ha ezt a posztulátumot elfogadjuk, akkor az ugyanazon síkban az egyenesre bocsátott merőleges és ferde vonal mindig metszi egymást. Az ötödik posztulátumból következik a négy derékszöggel bíró négyszögek, a hasonló háromszögek létezése, az az állítás, hogy a háromszög szögeinek összege két derékszöggel egyenlő, úgyszintén több, Euklidész geometriájára jellemző következtetés. Euklidész ötödik posztulátuma egyik legfontosabb alapja a térről alkotott szokásos képzeteknek. A legnagyobb matematikusok próbálták kétezer éven keresztül bebizonyítani ezt a posztulátumot. De mindezek a kísérletek sikertelenek maradtak.

Lobacsevszkij azáltal, hogy lemondott az euklidészi posztulátumról, s ezt egy másikkal, vele ellentétessel helyettesítette, felépítette az új nem-euklidészi geometriát, amely ugyanolyan harmonikus és ellentmondásmentes rendszer, mint a megszokott euklidészi. Lobacsevszkij geometriájában az adott egyenesen kívül megválasztott ponton át ugyanabban a síkban végtelen sok egyenest húzhatunk, amelyek az adottat nem metszik; két, az egyenesre bocsátott merőleges, az egyenestől eltávolodva

korlátlanul eltér egymástól; a háromszög szögeinek összege kisebb két derékszögnél; ha a négyszög három szöge derékszög, akkor a negyedik hegyesszög; hasonló háromszögek nincsenek stb.

A nem-euklidészi geometria tartalmával és fejlődésével majd részletesen foglalkozunk, most térjünk vissza Lobacsevszkij életének történetéhez. Kortársainak többsége nem értette meg a munkáit. A Tudományos Akadémia elutasító véleményt adott róluk. A reakciós publicisztika a bulgarini *Szün Otyecsesztva* (Hazafi) tolmácsolásában kikelt az új geometriai eszmék ellen. Ez a folyóirat 1834-ben, Sz. Sz. O. kezdbetűkkel aláírt bírálatot közölt Lobacsevszkijnek „A geometria alapelvei” című munkájáról, s ebben így írt Lobacsevszkij könyvéről:

„Sok elsőrangú matematikusunk elolvasta, gondolkodott rajta és semmit sem értett belőle. Ezek után már nem is tartom szükségesnek emlékeztetni arra, hogy jómagam is, jóideig gondolkodván ezen a könyvön, semmire sem lyukadtam ki, azaz jóformán egyetlen gondolatát sem értettem. Hiszen már azt is nehéz lett volna megérteni, hogyan csinálhattott Lobacsevszkij úr a legkönnyebb és legvilágosabb matematikai tudományból, mint amilyen a geometria, ilyen nehézkes, homályos és áthatolhatatlan tant, ha ő maga nem világosított volna fel erről, azt mondván, hogy az ő geometriája eltér a *használatostól* — amelyet valamennyien tanultunk s valószínűleg el sem tudunk már feledni — és csupán képzelt geometria. Igen, így minden nagyon is érthető. Mit nem képzelhet el a képzelet, amely rendkívül csapongó s egyúttal torz is? Miért ne képzelné például a feketét fehérnek, a kört négyszögletesnek s a szögek összegét a derékszögű háromszögben két derékszögnél kisebbnek? ...

Kérdés azonban, hogy minek megírni, sőt ki-nyomtatni az ilyen badar elképzeléseket? Elismerem, hogy erre a kérdésre nehéz megfelelni... Hogyan gondolhatnók, hogy Lobacsevszkij úr, a matematika rendes tanára, valamilyen komoly célzattal egy olyan könyvet írt, amely még az utolsó iskolamesternek sem hozott volna sok dicsőséget. Még az iskolamestereknek is rendelkezniök kell, ha tudományos képzettséggel nem is, de legalább józan ésszel; az új geometriában azonban gyakran még ez utóbbi sem kielégítő.

Mindent fontolóra véve, a legnagyobb valószínűséggel arra következtetek, hogy az igazi cél, amely végett Lobacsevszkij úr mértanát összeállította és kiadta, egyszerűen tréfa, avagy még inkább a tudós matematikusok s úgy lehet általában a jelenlegi tudós szerzők szatírája. Ezt követően — most már nemcsak valószínűséggel, hanem teljes meggyőződéssel — úgy vélem, hogy a valamilyen furcsa és értelmetlen módon való írás ostoba szenvedélye, amely egy idő óta sok írónknál fölötte szembeötlő, úgyszintén az új, de a réginek illő módon való felfogásához aligha elegendő tehetségek felfedezésének meggondolatlan kívánsága — ez az a két tévedés, amelyet a szerző művében kifejezni szándékozott, s a lehető legjobban ki is fejezett.

Először is, az új geometriát, amint már fentebb említettem, úgy írták meg, hogy az olvasók jóformán semmit sem értettek meg belőle. Szerettem volna Önökkel egész röviden megismertetni, összpontosítottam minden figyelmemet, rávilágítottam vele minden szakaszra, minden szóra, sőt minden egyes betűre is, de oly kevésbé sikerült eloszlatnom a művet körülvevő homályt, hogy aligha vagyok képes elmondani Önöknek, hogy mit mond ez a könyv,

sőt még abból sem értek egy szót sem, hogy miről szeretne szólni.“

A továbbiakban az alapfogalmakra vonatkozó idézetek következnek a „képzelt geometriá“-ból. A nem-euklidészi geometria tartalmát pedig így fejti ki: „A szerző a háromszögekről s szögeiknek az oldalaktól való függéséről mond valamit, ami által geometriája legfőképpen különbözik a mienktől: ezután új elméletet javasol a párhuzamos vonalak számára, melyekről, saját beismerése szerint, senki sem tudja bebizonyítani, hogy előfordulnak-e vagy nem a természetben: végül következik annak a vizsgálata, hogyan történik ebben a képzelt geometriában a görbe vonalaknak, a területeknek, a görbe felületeknek s a testek térfogatának a meghatározása — és mindez, még egyszer ismétlem, úgy van megírva, hogy semmit sem lehet megérteni belőle.“

A *Szün Otyecsesztva* kritikusa ironikusan megdicsérte Lobacsevszkijt a „matematikusok sikerült szatírájáért“. „Miért nem lehet «A geometria alapelvei» cím helyett inkább a geometria szatíráját, a geometria karikatúráját, avagy valami hasonlót írni?“ — teszi fel a kérdést.

A cikk szerzője — A. Vasziljev véleménye szerint — Sz. A. Buracsok, reakciós újságíró volt, aki a *Szün Otyecsesztva* hasábjain az akkori idők egész haladó orosz irodalmát kritizálta. Rendkívül jellemző, hogy a pangeometriát ugyanaz a reakciós csoport támadta, amely az új orosz szépirodalmat is üldözte. Ugyanez a Buracsok azzal vádolta Puskinget, hogy valamennyi puskinsi hős „közönséges gonosztevő“. Így tehát az orosz kultúra két nagy géniuszának, akiknek munkájában ugyanazon társadalmi fellendülés nyilatkozott meg, Buracsok s az

egész bulgarini csoport — akik az ország reakciós erőit képviselték — közös ellensége is volt.

A kazáni tanári kar, kevés kivétellel, úgy tekintett Lobacsevszkij geometriájára, mint valami ártalmatlan csodabogárra. A. N. Butlerov később így emlékezett vissza erre: „Körülbelül negyven éve annak, hogy először láttam Kazánban Nyikolaj Ivanovics Lobacsevszkijt, a mi híres matematikusunkat. Akkoriban a kazáni egyetem tanára és rektora volt. Később az a szerencse ért, hogy közelebbről is megismerhettem. Akkor megtanultam tisztelni alapos és sokoldalú tudását, a tudomány iránti szeretetét és azt a meleg szívélyességet, amelyet az ifjúság tudásvágya iránt mindig tanúsított. Első lépéseiket a tudomány megismerésének útján okosan bátorította. Tudom, hogy sokan megerősítik szavaimat. Mindazok, akik Lobacsevszkijt mint embert közelebbről ismerték, szívből szerették és tisztelték. Azok előtt azonban, akik kevésbé ismerték, nyílt-szívű, tudós furcsaságnak tűnt, aki még a matematika területén is a legtávolabbi felhőkben lebegett. Ha „képzelt geometriája“ szóbakerült, ezt a tudóscsodabogár iránti leereszkedő sajnálkozás mosolyával említették. Ennek a véleménynek a kialakulását, úgy lehet, elősegítette Lobacsevszkij néhány matematikus társának a nézete is.“

Geometriájának lebecsülése minden valószínűség szerint nemcsak súlyos fájdalmat okozott Lobacsevszkijnek, hanem korai öregségének és halálának is egyik okozója volt.

Lobacsevszkij öregkora minden tekintetben szomorú volt. 1846-ban letelt az idő, melyen át mint tanár szolgálatban maradhatott. Az akkori rendelkezések szerint nyugalomba kellett vonulnia. Alig 53 éves korában kénytelen volt visszavonulni, meg-

válni az egyetemtől, beszüntetni előadásait stb. Az egyetemi tanács megkérte a minisztert, hogy Lobacsevszkij még öt évig maradhasson, de kérését nem teljesítették.

1846-ban Lobacsevszkijt felmentették a kazáni egyetemen betöltött munkaköre alól s kinevezték az oktatási körzet helyettes kurátorává.

„Maglehet — írja Vagner — hogy a minisztérium ezzel (a kinevezéssel) előléptetni vélte Lobacsevszkijt, de ez valójában nem előléptetés, hanem kegyetlen csapás volt, amely megfosztotta a lángeszű tudóst jóformán mindentől, ami a kazáni egyetemen a szívéhez nőtt. Egy csapással véget vetett Lobacsevszkij egész eddigi munkásságának és bezárta előtte annak az egyetemnek a kapuit, amelyet oly őszintén és buzgón szolgált. A kurátor-helyettes hatásköre a körzet tanintézeteire szorítkozott, míg az egyetem s főleg az egyetemi tanács élete távol álltak tőle. De Lobacsevszkij számára a legsúlyosabb csapás hallgatósága elvesztése volt. Az új állás megfosztotta katedrájától, személyes kapcsolatától az egyetemi tanuló ifjúsággal, a hallgatók ifjú nemzedékeivel, akik számára Lobacsevszkijnek mindig akadt egy-egy szívélyes szava és inspiráló gondolata. Ez a veszteség súlyos és pótolhatatlan volt.“

Rendkívül súlyosak voltak Lobacsevszkij életének utolsó évei. Idézzük Vagner elbeszélését:

„A két csapást egy harmadik, még szörnyűbb követte: a nagy tudóst kezdte cserbenhagyni a látása. A vakság észrevétlenül, fokozatosan férközött hozzá és köddel borította be Lobacsevszkij fénylő és mélyreható tekintetét. Kezdetben eltitkolta ezt mások előtt — mindaddig, amíg minden kétség eloszlott s a helyzet egész környezete és a maga számára is nyilvánvalóvá vált. Külsőleg mindazonáltal

megkísérelte megőrizni régi helyzete méltóságának látszatát s rosszul esett őt ebben a rettenetes helyzetben látni, különösen azoknak, akik a jobb években, frissesége, energiája és szellemi ereje teljében ismerték. Azelőtt, amikor az egyetem aulájába lépett, mindenki tiszteletteljesen ment eléje, mindenki sietett köszönteni; most csöndesen, óvatosan, botjára támaszkodva lépkedett. Karonfogva vezették s mintha mindenki elkerülte volna. Így ment, a távolba szögezve megtört, vak tekintetét s igyekezett ősz fejét egyenesen tartani. Valamilyen tanácstalan mosoly ült az ajkán. Mintha szégyelte volna állapotát s bocsánatot kért volna mindenkitől. Akadtak emberek, akik nevettek ezen s szemére vetették a nagy férfiúnak, hogy komédiázik és bár nem lát, mégis emberek közé jár.

Odavezették az asztalhoz, leültették egy karosszékbe s ő mint régen, hallgatta a vizsgázókat, csöndesen, megfontoltan helyesbítette őket, de legtöbbször sötét hallgatásba merült s kezével eltakarta szemét. Egyesek nevettek azon, hogy Lobacsevszkijt a felesége vezette a tanári terembe. Mások a hivatalos iratokra jegyzett aláírását találták komikusnak. Egyszóval, koronájától megfosztott király volt, és a vidéki társaság jogosultnak tartotta, hogy gúnyolódjék felette.

Nem becsülték és nem értették meg Lobacsevszkij tudományos érdemeit s feledésbe merültek az egyetemnek tett óriási szolgálatai is. Emlékszem, hogy mint valamilyen megragadóan szomorú és nehéz árnyék haladt el mellettem. Miért bünteti így a sors ezt az embert? — gondoltam magamban. Vajon nem sokkal több-e mindazoknál, akik most ilyen, meg nem érdemelt lekicsinyléssel tekintenek reá? Súlyos volt ennek a nagy vaknak a sorsa mind az

otthonában, mind a társadalmi életben. A tétlenség kínoztta. A saját energiájába és képességeibe vetett hite szétfoszlott. Elviselhetetlen lassúsággal húzódtak tova magányos napjai és a nehéz, hosszú téli esték. Mint kisgyereket, lottójátékkal szórakoztatták, amelyen valamennyi szám domború volt... Csöndben, szinte mindenki számára észrevétlenül hunyt el Kazánban, a saját házában, 1856 február 24-én (12-én), 64 éves korában.“

*

Vizsgáljuk meg Lobacsevszkij világnézetének jellemző vonásait.

Legjelentősebb vonása az objektív valóság és az objektív igazság fennállásába vetett szilárd hit s az a mély meggyőződés volt, hogy képzeink alapja, az érzések objektív oka: az anyagi világ. Ebből a szempontból Lobacsevszkij természetesen nem érthetett egyet a térnek, mint a szemlélet szubjektív formájának fogalmával. Könnyen lehetséges, hogy Lobacsevszkij geometriai elgondolásainak egyik lényeges filozófiai forrása Kant filozófiájának a kritikája volt. „A tiszta ész kritikájá“-ban Kant a teret a szemlélet a priori, szubjektív formájának nyilvánította. Ennek a bizonyítására Kant főleg az euklidészi geometria jellegére hivatkozik. Ennek az ő véleménye szerint abszolút, a tapasztalattól független jellege van. Nem képzelhetünk el más teret az euklidészin kívül.

Lobacsevszkij már diákkorában megismerkedett Kant eszméivel s azok kritikájával. Ez a kritika az orosz tudományban a tér a priori voltának eszméje ellen is irányult. Oszipovszkij harkovi egyetemi tanár előadásaiban a tér objektivitását és a térre és az időre vonatkozó fogalmak tapasztalati

származását védelmezte. „A tér és az idő — írta Oszipovszkij — a dolgok létének feltételei, magában a természetben és bennük magukban is, nem pedig csupán a mi létformánkban. A tér fogalma azoknak a benyomásoknak a nyomán jön létre, amelyek külső érzékléseinknek belső érzéseinkre való közvetítésével tőle származnak.“

Mi volt Lobacsevszkij álláspontja a tér filozófiai problémájában? Lobacsevszkij geometriai munkái teljesen biztos meghatározásokat foglalnak magukban. Ezekben határozottan megcáfolja a térről mint szubjektív képzeletről alkotott idealisztikus nézeteket. „A geometria új alapjai“ című művében Lobacsevszkij ezt írja: „A természetben tulajdonképpen csak azt a mozgást ismerjük fel, amely nélkül az érzéki benyomások lehetetlenek. Így tehát minden egyéb fogalmat — például a geometriaiakat is — mivel a mozgás sajátágaiból vétetett, eszünk mesterségesen hoz létre...“*

Lobacsevszkij materialista álláspontja a tér kérdésében egész világnézetéből következett és szükségszerű eredménye volt a „pangeometria“ megalkotójának egész szellemi fejlődésének.

Lobacsevszkij meg volt győződve geometriájának objektív igazságáról s a csillagászatban kereste az új geometriai elgondolások bizonyítékait. Arról van szó, hogy a földi viszonyok között, csupán geometriai megfigyelések révén nem lehet észrevenni az eltérést Euklidész geometriája és Lobacsevszkij geometriája között. Euklidész háromszögében a szögek összege két derékszöggel, azaz 180° -kal egyenlő, Lobacsevszkij háromszögében a szögek összege

* Lobacsevszkij Összes geometriai munkái. Kazán 1883. I. köt. 226—227. old. (oroszul).

kisebb. Lobacsevszkij csillagászati méretekben akarta megmérni a háromszögek szögeinek összegét. „Egyébként hogyan lennének elragadtatva Laplace véleményétől, amely szerint az általunk látható csillagok és a tejút csak az égi fények egy csoportjába tartoznak, mint azok is, amelyeket gyengén ragyogó foltokként az Orion, az Androméda, a Bak stb. csillagképeiben veszünk szemügyre. Így tehát nem is beszélve arról, hogy a tér képzeletünkben határtalanul meghosszabbítható, maga a természet is olyan távolságokat tár elénk, amelyekhez képest kicsinységük miatt még Földünk és az állócsillagok közötti távolságok is eltűnnek.“*

A geometria legfőbb alapelveinek tapasztalati ellenőrzése — ez Lobacsevszkij egyik leglényegesebb gondolata. Ezt írta: „Két évezred — mely Euklidész óta eltelt — hasztalan igyekezete arra a feltevésre készítetett, hogy maguk a fogalmak még nem foglalják magukban azt az igazságot, amelyet bizonyítani akarnak, s amelyet a többi fizikai törvényekhez hasonlóan csak tapasztalatokkal, mint például csillagászati megfigyelésekkel lehet ellenőrizni.“**

Annak a megmagyarázására, hogy mi volt tulajdonképpen Lobacsevszkij felfedezése, foglalkoznunk kell a párhuzamosokról szóló tanítás történetével és az Euklidésztől eltérő posztulátum bizonyításának egymást követő kísérleteivel.

A görög matematikusok az ötödik posztulátumot az euklidészi geometria napját elhomályosító foltnak tekintették. Számos kísérletet végeztek az ötödik posztulátum bizonyítására. Proklosz (110—

* U. o. 21. old.

** U. o. 219. old.

485) összeállítást közöl ezekről a kísérletekről Euklidész első könyvéhez adott magyarázataiban. Ő is megkísérli a bizonyítást. Két egymást metsző egyenes között tetszőlegesen növekedhet a távolság a metszőponttól való eltávolodással — amiből azt következteti, hogy az egyik párhuzamost metsző egyenes metszi a másikat is, minthogy ez az egyenes tetszésszerinti távolságra távolodhat el, míg a párhuzamosok között a távolság véges. De ez az utóbbi feltevés, tudniillik az az állítás, hogy a távolság a párhuzamosok között véges marad, nem nyilvánvaló. Ő is, mint sok más szerző, hallgatólag beleszámít egy bizonyos tételt, amely lényegében egyenlő értékű az ötödik posztulátummal.

Később az arabok folytatták az euklidészi posztulátumok bizonyításának kísérleteit. Tőlük ezek a kísérletek a renaissance gondolkodóira szállottak át. Az európai tudományban nem apadt el a megmegújuló kísérletek áradata, hogy az euklidészi geometriát ettől a „napját elhomályosító folttól“ megszabadítsa.

A XVIII. század első felében az euklidészi posztulátum bizonyításának legérdekesebb és legjelentősebb kísérlete Girolamo Sacchieri (1667—1733) nevéhez fűződik, aki új korszakot nyitott a nem-euklidészi geometria előtörténetében. Sacchieri munkája — „A minden folttól megszabadított Euklidész, avagy geometriai kísérlet az egész geometria alapelveinek megindokolására“ — halálának évében jelent meg. Sacchieri úgy határozott, hogy az ötödik posztulátumra az indirekt bizonyítás módszerét alkalmazza. Abból a feltevésből indul ki, hogy az ötödik posztulátum helytelen, majd kimutatja saját feltevésének abszurditását, amiből természetesen az euklidészi posztulátum helyessége következik. Ez

az önmagában is fölötte eredeti gondolat rendkívül jelentős lett a matematika történetében, minthogy Sacchieri lényegében semmiféle helytelent sem talált az ötödik posztulátumban, hiszen az önmaga által leírt állítólagos ellentmondást önmaga könnyen cáfolta.

A XVIII. század második felében tovább folytatták Sacchieri munkáját. Lambert (1738—1777) ugyanazzal az eljárással akarta bizonyítani az euklidészi posztulátumot, mint Sacchieri. Négy-szöget szerkesztett, alapján két derékszöggel és két egyenlő oldallal. Milyen lesz vajjon a másik két szög? Lambert egymásután három feltevést vizsgál meg: ezek az egymással egyenlő szögek derékszögek, tompa- vagy hegyesszögek lehetnek. Ha a szögek derékszögek, akkor az euklidészi posztulátum bizonyítva van. Hogyan cáfoljuk meg azonban a tompa- és a hegyesszögre vonatkozó feltevést, anélkül, hogy Euklidész posztulátumára támaszkodnánk? Lambert nem ad erre határozott választ, de megfontolásaiban igen fontos bizonyításokat és általános jellegű elgondolásokat találunk. Megjegyzi, hogy a tompaszög feltételezése a síkot a gömbhöz közelíti, amelyen a négyszög összege négy derékszögnél nagyobb.

A XVIII. század végén és a XIX. század elején a párhuzamosok elméletére vonatkozó legjelentősebb munkák Legendre nevéhez fűződnek, aki analízis segítségével, számos kísérletet végzett a posztulátum bizonyítására. Legendre munkái jelentékenyen növelték az érdeklődést a párhuzamosok elmélete iránt.

1792 óta a XIX. század nagy matematikai tekintélye, Gauss dolgozott az euklidészi geometria megindokolásán. A világ azonban csak 1860-ban, a

Gauss halála után közzétett levelezésből értesült a nagy tudósnak az euklidészitől eltérő geometriára vonatkozó megfontolásairól. Ezek a megfontolások nem vezették Gausst a nem-euklidészi geometria megalkotásához. Úgy látszik, hogy tudott Sacchieri és Lambert munkáiról s túlhaladta őket. Gauss kezdetben bízott abban, hogy megtalálja a posztulátum bizonyítását, de később arra a következtetésre jutott, hogy az bizonyíthatatlan. Gauss az euklidészi posztulátum bizonyíthatatlanságából a geometria empirikus származására következtetett s ez utóbbit a mechanikához közelítette. De Gauss nem akart ezen az úton továbbhaladni. 1829-ben egy levélben közölte elhatározását Bessellel, hogy „a beóciaiak kiabálásától“ való félelmében nem hozza nyilvánosságra a geometria megindokolásáról szóló munkáját. Arra szorítkozott, hogy gondolatait személyes levelezésében néhány barátjával közölje. A geometria fejlődésére ez nem volt hatással. A XIX. század elején Gausstól függetlenül több kísérlet történt a párhuzamosok új elméletének megalkotására. Itt főleg Bolyai Jánost, a fiatal magyar matematikust kell megemlíteni, aki 1832—1833-ban, tehát Lobacsevszkij felfedezése után (amelyről azonban mit sem tudott) adta ki munkáját az ellentmondástól mentes geometriáról, melyben nem szerepelt Euklidész posztulátuma.

Lobacsevszkij nemcsak beszélt az euklidészitől eltérő geometria formális lehetőségéről, de valóban meg is alkotta és fejlesztette azt, bebizonyította annak tételeit, létrehozta az új matematikai elmélet jól felépített és kifogástalanul pontos építményét és megcáfolta az emberek legmegszokottabb képzeletét. Hangsúlyoznunk kell, hogy éppen ez jelentette a pangeometria kezdetét. Amikor Sacchieri és Lam-

bert feltételesen lemondtak az euklidészi posztulátumról, hogy azt az ellenkezőjével bizonyítsák — amikor Gauss az euklidészi posztulátum bebizonyíthatatlanságáról elmélkedett, vagy Bólyai tisztázta azt, hogy mely geometriai tételek maradnak meg a posztulátumról való lemondás esetén — a pangeometria mindezzel még nem volt megalkotva. Ez abban a pillanatban jött létre, amikor Lobacsevszkij az euklidészitől eltérő geometriát kidolgozta és kimutatta, hogy abban nincsen ellentmondás. Ezért a pangeometria teljes egészében az orosz génusz tulajdona. Megjegyzendő, hogy a nyugateurópai tudománytörténet ezt a tudományos vívmányt gyakran Gaussnak tulajdonítja, ami pedig ellentmond még Gauss saját nyilatkozatainak is. Így született meg az a legenda, mintha Lobacsevszkij tudott volna Gauss eszméiről. Az orosz tudomány történetírói e koholmány nyilvánvaló tarthatatlansága ellenére mégis foglalkoztak vele és kimutatták, hogy Lobacsevszkij nemcsak nem tudott, de nem is tudhatott Gauss eszméiről, amelyek egyébként sem jelentik a pangeometria megalkotását. A pangeometria megjelenése dátumának 1826 február 24-ét kell tekintenünk, amikor is Lobacsevszkij a kazáni egyetem fizika-matematikai karának ülésén felolvasta beszámolóját a geometria alapjairól. A beszámoló kézírata nem maradt reánk. Megítélhetjük azonban annak a kivonatnak az alapján, amely 1829—1830-ban jelent meg a *Kazanszkij Vesztnyik* (Kazáni Híradó)-ben, „A geometria alapjairól” címen.

1835-ben a kazáni egyetem „Ucsenyih zapsizok Kazanszkovo unyiverszityeta” („Tudományos Adalékok a Kazáni Egyetemről”) című kiadványában megjelent a „Képzelt geometria”. 1835-től 1837-ig ugyanebben a kiadványban adták ki „A geometria

új alapjai a párhuzamosok teljes elméletével“ című munkát. 1840-ben jelent meg az aránylag könnyen érthető „Geometrische Untersuchungen zur Theorie der Parallellinien“ című munka, mely később óriási hatással volt az európai matematika fejlődésére. Lobacsevszkij egy évvel halála előtt, 1855-ben írta meg utolsó művét, a „Pangeometriá“-t. Ezzel a névvel helyettesítette a régi, „képzelt geometria“ elnevezést, mivel „ez a geometriának egy olyan kiterjedtebb formája, amelynek a közönséges geometria csupán speciális esete“.*

Igy tehát Lobacsevszkij első nyomtatott műve az euklidészitől eltérő geometriáról „A geometria alapjai“ című munkája. Az első részben kifejti a geometria alapjait, a párhuzamosok új elméletét és az egyenleteket, amelyek geometriájában a háromszög oldalai és szögei közti összefüggéseket fejezik ki. A második részben Lobacsevszkij a csillagászatban keresi az euklidészitől eltérő geometria realitásának igazolását. A harmadik rész a görbe vonalak, felületek és térfogatok meghatározásával foglalkozik.

A munka első része nagyon világosan rámutat a térnek ama általános képzetére, mely Lobacsevszkij geometriájának alapját alkotja és a geometriai fogalmak empirikus eredetének, objektív jellegüknek, a tér sajátosságaitól való függésüknek és az euklidészitől eltérő geometria objektív jelentőségének elismerésében áll. Ezzel összefügg a geometriai testnek, metszetnek, felületnek, vonalnak és pontnak eredeti meghatározása. A továbbiakban Lobacsevszkij röviden kifejti az euk-

* Lobacsevszkij Összes geometriai munkái. Kazán 1853. I. köt. 491. old. (oroszul).

lidészi posztulátumtól független tételeket. Kiküszöböli azt a tételt, mely szerint a háromszög szögeinek összege nem lehet nagyobb két derékszögnél. Következtetésképpen, a szögek összege vagy két derékszöggel egyenlő, ami megfelel a „használatos“ geometriának, vagy pedig ezeknél kisebb, ami megfelel az új „képzelt“ geometriának. Lobacsevszkij geometriájában lehetségesek az olyan háromszögek, amelyekben a szögek összege tetszésszerint kicsiny. A „képzelt“ geometriában két egyenes, amely egy harmadikkal belső egyoldalú, két derékszögnél kisebb összegű szöget alkot, nem szükségszerűen metszi egymást. Egy adott egyenesen kívül vett pontból ugyanazon síkban számtalan egyenes húzható, melyek nem metszik az adott egyenest. Ezen egymást nem metsző egyenesek nyalábjainak határvonalait nevezik az adott egyenes párhuzamosainak, melyek közül az egyik egy irányban, a másik pedig ellenkező irányban megközelíti az adott egyenest.

A továbbiakban Lobacsevszkij az adott egyenesen kívül megválasztott pontból merőlegest bocsát az adott egyenesre s az új, általánosított értelemben párhuzamost von hozzá. A merőleges és az adott egyeneshez húzott párhuzamos vonal közötti szöget párhuzamossági szögnek nevezi. Az euklidészi geometriában ez a szög derékszög és nem függ a merőleges hosszától. Lobacsevszkij geometriájában a párhuzamossági szög a merőleges hosszától függ s a merőlegesnek végtelen meghosszabbításával nulláig csökken, emellett mindig kisebb marad a derékszögnél. Az új geometriában egy adott ponton áthaladó olyan kör, amelynek középpontja a végtelenben van, nem szabályos körvonal, hanem valamely „határgörbéhez“ köze-

ledik. Ugyanígy az a gömb is, amelynek középpontja a végtelenbe távolodik el, a „határ-gömbhöz“ közeledik. Ezen a határ-gömbön Lobacsevszkij geometriájában a határ-görbék alkotta háromszög szögeinek összege két derékszöggel egyenlő és ilyenformán az ilyen háromszögekben megvalósulnak Euklidésznek az egyenesvonalú háromszögekre vonatkozó tételei.

„A határgömb-háromszögben három szög összege két derékszöggel egyenlő s mindaz, amit a közönséges geometriában az egyenesvonalú háromszög oldalairól kimutatnak, a pangeometriában a határgömbös háromszög oldalaira ismételtető meg és mutatható ki — csupán a háromszög egyik oldalával párhuzamos egyeneseket kell helyettesíteni a határ-kör íveivel, amelyeket a határgömb-háromszög egyik oldalának pontjain át az ezzel az oldallal alkotott szög alatt húzunk meg“ — írta Lobacsevszkij.

Lobacsevszkij alkotásának itt felsorolt néhány pontja is megmutatja, hogy Euklidész ötödik posztulátuma kiküszöbölhető s e posztulátum nélkül új. ellentmondástól mentes geometriát lehet felépíteni. Lobacsevszkij egyúttal meggyőzően elénktárja, hogy geometriájának nem pusztán elméleti, hanem gyakorlati értéke is van. Segítségével néhány nehéz integrálszámítási feladatot is sikerült megoldania.

Az euklidészitől eltérő geometria további fejlődése a következő volt: 1867-ben megjelent Riemann munkája, aki továbbvitte Lobacsevszkij gondolatait és lerakta az alapját a lehetséges „görbeteretek“ (amelyeknek nem csupán három, hanem tetszésszerinti számú dimenziójuk van) általános elméletének.

Az egyenes és a görbe vonal között könnyen elképzeljük a különbséget. Nem nehéz észrevennünk a különbséget a sík és a görbe felület, például a gömb között sem. A gömb mindenütt egyformán kidomborodik és — matematikai nyelven szólva — pozitív s emellett állandóan görbülő felület.

A grammofontölcsér típusú felület görbülete másfajta: itt, mint azoknak a felületeknek az esetében is, amelyek például az ív valamely részének egy tengely körüli forgása révén jönnek létre (miközben az ívrész kidomborodó oldala fordul a tengely felé), negatív görbületű felületekkel van dolgunk. A két kiterjedésű idomoknak bizonyuló felületeknél sokkal nehezebb elképzelnünk a görbe. három kiterjedésű tereket, de a matematikai analízis megadja bármely tér görbületének teljes elméletét. Fontos az, hogy a görbe térnek bármely parányi részét euklidészinek tekinthetjük, ugyanúgy, mint ahogy a görbe felület parányi részét megközelítőleg síknak tarthatjuk.

Az állandó görbületű terek a görbe terek különleges esetét fogják alkotni, miközben a nulla görbületű tér lesz a közönséges euklidészi tér, az állandó negatív görbületű tér pedig pontosan egybeesik Lobacsevszkij terével. A pozitív görbületű „szférikus“ tereket ezelőtt nem vették figyelembe s ezeket elsőként Riemann vezette be. A szférikus s az ehhez közelálló, az euklidésztől eltérő „elliptikus“ tér jelentékeny mértékben ellentétes Lobacsevszkij „hiperbolikus“ terével. A szférikus térben a háromszög szögeinek összege mindig nagyobb két derékszögnél (Lobacsevszkijnál két derékszögnél kisebb), az adott egyeneshez a rajta

kívül eső ponton át egyáltalán nem lehet párhuzamos vonalat vonni stb.

Formális algebrai szempontból Riemann szférikus geometriája és Lobacsevszkij hiperbolikus geometriája fölötté hasonló formulákhoz vezetnek, amelyek a görbületek előjelének megváltoztatásával egymásba mennek át. A görbületnek a nullához való közeledésénél mindkét nem-euklidészi geometria az euklidészibe megy át.

A XX. században az euklidészitől eltérő geometria még nagyobb tudományos jelentőségre tett szert a relativitás elméletével kapcsolatban. Kitűnt, hogy a fizikai jelenségek sokkal pontosabban írhatók le, ha a három térbeli kiterjedés mellett az időt vezetjük be negyedik dimenzióként. 1905-ben Einstein, valamint Lorentz, Poincaré és Minkovszkij a speciális relativitás-elmélet megalkotásánál kimutatták a szoros összefüggést az időbeli és térbeli dimenziók között. A speciális relativitás-elméletben — tekintettel arra, hogy a negyedik dimenzió az idő — a mi világunk egész négykiterjedésű geometriáját pszeudo-euklidészinek¹ nevezik. A speciális relativitás-elmélet, amely geometriai kapcsolatot képvisel a térbeli kiterjedések és az idő között, beéri Euklidész geometriájával. Amint azonban később Einstein tisztázta, a speciális relativitás-elmélet s vele együtt a pszeudo-euklidészi négydimenziós geometria csak azokban az esetekben érvényes, melyekben a vonzási tér állandó és hatása elhanyagolható.

Einstein 1916-ban általános relativitás-elméletében kimutatta, hogy bármely tömeg, fénysugárzás vagy általában bármely anyagi objektum szükségszerűen görbévé teszi a pszeudo-euklidészi teret. Einstein szerint a „görbe“ négydimenziós

világ geometriája írja le a legjobban a valóságot.

Igy találták meg először az euklidészi geometriától való eltérés reális fizikai alapját. Például, a naphoz hasonló nagy tömeg jelenléte észrevehetően meggörbíti a négydimenziós világot (a teret s az időt). A fénysugarak, amelyek mindig a legrövidebb vonalban igyekeznek haladni, a nap közelében a vonzási mezőben nem egyenes vonalakban terjednek, hanem geodéziai vonalaknak nevezett görbékben, amelyek a térnek görbe, nem-euklidészi részében a legrövidebbeknek bizonyulnak. Viszont a naptól távol, a sík pseudo-euklidészi tér-idő eltorzulása észrevehetetlen, a fény tehát az euklidészi tér legrövidebb útját, azaz az egyenest követi terjedésében. 1919 óta a napfogyatkozások egész során végzett megfigyelések alapján megerősítették ezt a következtetést. Az általános relativitás-elmélet azonban még nem látszik teljesen lezárt elméletnek s következtetései korántsem olyan véglegesek, mint a többi jelenlegi fizikai elméletek, például a speciális relativitás-elmélet eredményei. Vonatkozik ez főként azokra a kísérletekre, melyek az egész előttünk ismert világ képét, ha csak durva vonásaiban is, megrajzolják. Ezenkívül a burzsoá tudomány eltorzítja ezt az elméletet, fizikai értelmet ad a tisztán formális konstrukcióknak, igyekszik hazug elferdítésekkel tudományellenes misztikát „levezetni“ a relativitás elméletéből és gátolni ennek az elméletnek tényleges fejlődését és materialista értelmezését.

A tudomány az idealista reakció ellenére reális anyagi alapra talál a relativitás elméletében. Emellett kitűnik, hogy Lobacsevszkij, Riemann és Euklidész geometriája különböző fokú pontosság-

gal képesek matematikailag leírni a reális jelenségeknek egyik vagy másik körét. Euklidész geometriája lehetővé teszi ama fizikai jelenségek gyakorlatilag pontos leírásának megszerkesztését, amelyek a közönséges „földi” méretekből erednek. Ezzel szemben, ha túlmegyünk e méretek határán s például a világegyetemről beszélünk a maga egészében vagy másrészt az elektron hatáskörén belüli parányi távolságokkal dolgozunk — ezekben az esetekben a pontos leíráshoz néha az euklidésztől eltérő geometriához kell folyamodnunk. Akármint legyen is, nemcsak az egész felsőbb geometria, hanem a vonzás és a kozmológia általános elmélete is Lobacsevszkij lángeszű munkáiban gyökerezik.



Lobacsevszkij kortársai voltak a nagy orosz matematikusok: M. V. Osztrogradszkij (1801—1861), P. L. Csejbüsev (1821—1894) és a többiek. Nem emlékezünk meg róluk, mivel nem feladatunk az orosz tudomány történetének rendszeres kifejtése. A XIX. század első felében a fizika-kémiai kísérletek továbbfejlődtek. E fejlődés példájául szolgálhat az elektromosság tana.

A XIX. század a galvánáram felfedezésével kezdődött. 1800-ban vált ismertté a *Volta-féle oszlop*.

Rendkívül fontos megfigyeléseket végzett a galvánáram hatásáról 1802—1803-ban Vaszilij Vlagyimirovics Petrov, a Pétervári Orvosi és Sebészeti Akadémia tanára. V. V. Petrov 1761-ben született Obojanyban; a helybeli tanítónál, majd a harkovi „kollégium”-ban tanult. Petrov nem végezte el ezt az iskolát s 1788-ban Barnaulba utazott, ahol a Kolüvanszko-Voszkreszenszkij bányá-

szati iskolában a matematika és fizika tanára lett. Ezekben az években sajátos művelődési központok fejlődtek ki a bánya- és iparvidékeken. Ilyen központ volt Barnaul is, ahol Polzunov, nem sokkal Petrov odaérkezte előtt mutatta be gépezetét. A bányászati iskolán a fizika oktatása aránylag magas szinten állott. Petrovot öt évi barnauli tartózkodása után meghívták a pétervári tartományi kórház mellett működő orvosi és sebészeti iskolára, mely később Orvosi és Sebészeti Akadémiává alakult át. Petrov több mint negyven éven át tanított itt fizikát emellett fizikai laboratóriumot is szervezett s ebben végezte kísérleteit.

Volta felfedezésének közzététele után Petrov ezt jelentette az orvosi kollégiumnak: „A galvanizmussal eddig végzett kísérletek sok tekintetben fölötte figyelemreméltóak voltak, de az Orvosi és Sebészeti Akadémián található valamennyi taneszköz között egyáltalán nincsen erre alkalmas műszer“, szükség van tehát „olyan galvanikus műszerre, mellyel a legújabb fizikai és kémiai kísérletek elvégezhetők; ezekkel a kísérletekkel számos európai fizikus az eddiginél sokkal alaposabban kezd foglalkozni“. A kollégium hozzájárult, hogy Angliában száz réz- és cinklemezből álló elemet rendeljenek. Petrov azonban 4200 lemezből készített elemet — ezidőtájt a legnagyobbat a világon.

1803-ban megjelent Petrov könyve, melynek ez volt a címe: „Beszámoló a Galvani-Volta-féle kísérletekről, melyeket Vaszilij Petrov fizika tanár a Szentpétervári Orvosi és Sebészeti Akadémián levő, óriás, mintegy 4200 réz- és cinklemez-ből álló elemmel végzett“. Ez az első orosz könyv a galvanizmusról a Petrov által elsőként végzett

kísérletek leírását foglalja magában. A „Beszámoló“ bevezetésében Petrov ezt írja:

„Amennyire előttem ismeretes, eddig a világban senki sem adott ki orosz nyelven még rövid művet sem, a Galvani-Volta-féle folyadéktól származó jelenségekről: így tehát kötelességül tűztem magam elé, hogy orosz nyelven leírjam és alkalmas rendbe szedjem a Galvani-Volta-féle elem segítségével magam végezte fontos és érdekes kísérleteket.“

Ezeknek a kísérleteknek a jelentősége Petrov találmányaiból látható. Rájött az elektromos áram legjelentősebb fizikai és kémiai hatásaira, melyek még ma is az egész elektrokémia és az egész elektrometallurgia alapját alkotják. Petrov, Nicholsontól és Carlisle-től függetlenül felfedezte az elektrolízist és néhány évvel Davy előtt az ívfényt.

Igen nagy jelentősége van Petrov második felfedezésének, az ívfénynek. Ezt művének „VII-ik cikkely“-ében ismerteti. Hasonlítsuk össze idevágó sorait Davy kísérletének következő leírásával, amelyet a „Philosophical Magasin“-ban tett közzé:

„A Királyi Társulat záróelőadásán először hozták működésbe a 2000 pár, egyenként 2 négyzet-hüvelyk felületű lemezből álló, nagy áramfejlesztő gépezetet. Ennek a telepnek, amely a legnagyobb mindazok közül, amelyeket valaha is szerkesztettek (kétszer kisebb Petrov eleménél! — a szerző megj.), amint erre következtetni lehet, fölötte ragyogó hatása volt. A szikra fénye olyan erős volt, hogy szinte napfénynek tűnt. Néhány vonalat vágott a levegőbe s vakító fényességű, 3 hüvelyk hosszú kisülést idézett elő a meleg levegőben.“

Mikor Davy az itt leírt kísérletet elvégezte,

már hét év elmúlt azóta, hogy Petrov az ívfényt felfedezte.

Az elektromos áram első gyakorlati alkalmazása az elektromágneses távíró volt. Az első elektromágneses távíróvonalat 1832-ben vezették be a pétervári Téli Palota és a Közlekedésügyi Minisztérium között. A mágnesű kitér az áram hatására. A vonal kezelői ezt használták fel a jelzések továbbítására.

A távíró azonban az elektromos energiának más energiafajtákká való átalakíthatóságát még nem használta ki. A távíróvonal természetesen továbbítja az energiát, de a távíró feladata nem az energia átalakítása. Az elektrotechnika történelmi feladata — az energia különböző formáinak egymásra való átalakítása — csupán az elektrotechnikának az energetikai gazdálkodásban történt alkalmazása után tűnt ki. Az elektroenergetikai technika megteremtése — B. Sz. Jakobi (1801—1874) és E. H. Lenc (1804—1864) — orosz akadémikusok találmányain alapult.

Jakobi alapvető tudományos elgondolásai az elektromos áram energetikai kihasználásával függtek össze. Munkásságának első időszakában azonban egyéb kutatásai találtak gyakorlati alkalmazásra.

Jakobi 1836-ban a rézszulfátos galvánelemet vizsgálva észrevette, hogy a réz egyenletes rétegen rakodik le az elektródra s hogy a lerakódó réz később az elektródról leválasztható s így egy kis rézlemezt nyerünk az elektród felületének pontos lenyomatával. A rézszulfátoldatba mártott lapocskák, pénzdarabok stb. rézzel vonódnak be, ha elektródnak kapcsoljuk őket és az oldaton elektromos áram halad át. Azt a tárgyat, amelyről

rézlenyomatot akarnak venni vagy ameíyet réz-réteggel akarnak bevonni, elektródul használják. Jakobi 1839 szeptember 5-én ezt írta a Tudományos Akadémia elnökének:

„Ez az új módszer — a galvanizáló eljárás — mindenfajta művészi és ipari kópiák előállítására felhasználható. Mivel azonban könnyen megtörténhetik, hogy e találmány később elpusztul, alulírott szeretném, ha ez a galvanizáló eljárás történelmi bizonyítékul megőriztetnék, azzal, hogy ez a felfedezés 1836-ban jött létre s 1839-ben jutott a gyakorlati használatban elérhető legtökéletesebb fokra. Ez a találmány Oroszországé s tőle semilyen más feltaláló el nem vitathatja.“

A galvanoplasztika azonnal alkalmazást nyert az értékpapírok nyomtatásánál, később pedig a galvanizálás azaz különféle tárgyaknak fémmel való bevonása, általánosan elterjedt. Az Izsák Székesegyházat, az Ermitage-t, a moszkvai Téli és Nagy színházat rézzel borították be galvanizáló eljárás segítségével. Galvanizáló eljárással aranyozták be a moszkvai Üdvözítő Krisztus templomának, a pétervári Izsák és Péter-Pál székesegyház s néhány más épület kupoláit; a galvanizáló műhelyek több mint negyvenöt pud aranyat használtak fel erre a célra. Később a galvanoplasztika és a galvanizálás egész sor iparágban széleskörű alkalmazást talált.

A távíró terén is jelentős munkák fűződnek Jakobi nevéhez. Távírókészülékeket szerkesztett és távíróvonalat épített a Téli Palota és a Vezérkar épülete, valamint a Téli Palota és a Carszkoje-Szelói Kastély között.

Siemens a szó szoros értelmében eltulajdoní-

totta Jakobi elektromágneses távírókészülékét. Lássuk, hogy mit mond erről maga Jakobi:

„Két szinkron távírókészüléket találtam fel 1845 januárjában s ezeket be is mutattam a fizikamatematikai osztály ülésén, 1845 március 7-én. Megrendelésekre még sok egyéb műszert is készítettek, amelyek közül egynéhány ugyanabban az évben (1845-ben) Narva ostromának mintaszerű hadgyakorlatainál nyert felhasználást. A hadgyakorlatok befejezése után — ezeken én is résztvettem — az azóta elhunyt uralkodó kegyeskedett részemre külföldi szabadságot engedélyezni. Többek között meglátogattam sok régi barátomat Berlinben. Az egyiknek megmutattam új készülékem modelljét, megmagyaráztam a műszer működését s megkértem, hogy ne szóljon erről senkinek sem mindaddig, amíg magam ki nem adom a műszer leírását. Elutazásom időpontjában felkérészt Siemens úr, aki, ha nem tévedek, akkor még porosz tűzértiszti egyenruhát viselt s amennyire előttem ismeretes, akkortájt még nem foglalkozott távírókkal, hanem az ágyúgolyók repülési sebességének mérésére szolgáló kronoszkóp szerkesztésén dolgozott. Rajzom az asztalon maradt. Csupán a tényt közlöm s nem vádolok senkit plagizálással. Ismeretes, hogy a szinkronizált mozgású távíró alkotta meg Siemens úr hírnevét és vagyonát. Az Akadémia jegyzőkönyveiben viszont megvan az elhunyt uralkodó öfelségének legfelsőbb rendelkezése, mely megtiltja távíróműszereim leírásának közzétételét. Most már talán könnyen helyesbíteni lehetne azt a téves nézetet, amely ezt a tilalmat sugallta. Ha nekem ezt a közzétételt most javasolnák, akkor sajnálattal csak ezt mondhatnám: „Túl későn!“ (A Szovjetunió Tudományos

Akadémiájának irattára, 187. törzskönyv, 3. leltár, 79. szám).

Ugyancsak Jakobi találta fel az aknák távolról történő felrobbantásának elektromos eljárását. Kronstadt körzetében a krími háború idején Jakobi irányította az aknák elektromos felrobbantásának kísérleteit.

Jakobi szerkesztette a gyakorlatban alkalmazott első villanymotort. Ez két elektromágnes rendszeréből állt, amelyek közül az egyik merev volt, a másik pedig forgott. Közöljük a Jakobi által 1834-ben, azaz három évvel az elektromágneses indukció felfedezése után szerkesztett motor leírását.

„A készülék két, egyenként 8,7 hüvelyk hosszú és 1 hüvelyk vastag lágy vasmagcsoportból áll. Mindkét magcsoport derékszögben és szimmetrikusan két korongon van elhelyezve, úgyhogy a sarkok egymással szembe forduljanak. Az egyik korong merev, a másik egy tengely körül forog s ennek következtében a mozgó magcsoport forgás közben a lehető legnagyobb mértékben megközelíti a merev csoportot... A motor szerkezete a gőzgéphez hasonlítva, nagyon egyszerű: nincsenek hengerek, sem dugattyúk, sem szelepek stb., amelyeknek az előállítása nagyon pontos munkát igényel és sokba kerül; nincsen surlódás sem, amelynek következtében az egész termelt munkának több mint fele elveszne; ebben a gépben csupán a csapágyak surlódása okoz veszteséget. Mi több, ez a gép közvetlenül folyamatos körmozgást szolgáltat, amelyet sokkal könnyebben lehet más mozgásfajtvá átalakítani, mint az egyenesvonalú mozgást. Ezenfelül a robbanás veszélye sem áll fenn.“

Jakobi azonban nem értette meg eléggé világosan, hogy az új motorra is érvényesek az energetika általános törvényei. Leírását folytatva, ezt mondja: „Az új motor nincsen alávetve a teljesítmény és a fogyasztás arányossága eddig érvényben volt törvényének.” A gyakorlati kísérletek megmutatták ennek az állításnak az illuzórius voltát. Jakobi pár évvel találmánya után, csónakba helyezve motorját, egy 64 elemből álló telepből áramot bocsátott beléje s az egy lóerős motorral felszerelt csónak 14 utast szállított a Néván. A bizottság jelentéséből, amely Jakobi motorját tanulmányozta, világosan kitűnik, hogy az elektromos gépek elmélete abban a mértékben fejlődött, amelyben szétfoszlott az az illúzió, mely szerint az energia megmaradásának törvénye az elektromosságra nem alkalmazható. Az illúziót megdöntötte a gyakorlat. 1838-ban a fentemlített bizottság ezt jelentette Uvarov közoktatásügyi miniszternek:

„A bizottság örömmel tanúsítja, hogy Jakobi és Lenc kutatásai lényegesebben szolgálták az elektromágnesesség mennyiségi viszonyainak tisztázását, mint bármely más kísérlet az utóbbi időkben... Jakobi elismerte, hogy ezeknek a törvényeknek (t. i. az elektromágneses gépek működési törvényeinek — *Szerző*) a felfedezését mindenekelőtt a különböző elektromágneses gépekkel végzett kísérleteknek köszönheti, melyek működésükkel nem igazolták a hozzájuk fűzött reményeket. Egyébként ezeknek a gépeknek a szerkesztése az elektromágneses sztatikai hatásainak törvényein alapult, azokon a törvényeken, amelyeket Jakobi Lenc akadémiával együtt végzett nagyszámú megfigyeléséből vezetett le, s amelyek szin-

tén elégteleneknek bizonyultak, amint e gépeket üzembe helyezték, s a mechanikai termelést megkezdték.”*

Faraday tudott Jakobi kísérleteiről s jól megértette ezeknek a jelentőségét. Amikor Jakobi galvanoplasztikai lenyomatokat küldött neki ezzel a felírással: „Faradaynak Jakobitól“, Faraday így válaszolt (1839 augusztus 17-én kelt levelében):

„Engem annyira érdekelt az Ön levele s azok a nagy eredmények, amelyekről oly részletesen beszámol, hogy lefordítottam s majdnem az egészet átadtam a „Phylosophical Magazine“ szerkesztőinek abban a reményben, hogy olvasóik számára jelentősnek ismerik el ezeket az újdonságokat. Meggyőződésem, hogy ezzel nem okozok Önnek bosszúságot; hiszen azt akartam, hogy mint jómagam, mások is tudjanak az Ön által elért eredményekről. Azt a reményt táplálom, hogy valamilyen úton-módon ismét hallok majd, lehetőleg nemsokára, az Ön munkálatainak további eredményeiről, főként. ami mechanikai célokra való alkalmazásukat illeti s szívből kívánom, hogy munkái megkapják a megérdemelt magas elismerést. Sokat gondolok egy elektromágneses gépre a „Great Western“-en vagy a „British Queen“-en és arra, hogy ennek segítségével hajóznának az Atlanti-óceánon, sőt még Kelet-Indiába is. Milyen dicső dolog lenne ez! A lemezecskék, amelyeket nekem küldött, nemcsak az én számomra fölötté finomak és tetszetősek, hanem mind elméleti, mind gyakorlati tekintetben magukban véve is nagyon

* *Jakobi* elektromágneses csónakja (1837—1842). A Császári Technikai Társaság jegyzetei. 1903. 22. old. (oroszul).

szépek s mindenki, akinek a szeme elé kerülnek, gyönyörködik bennük.“

Faraday ilyenformán kifejezte a galvanoplasztika felfedezése feletti elragadtatását s az elektromosság további alkalmazásának kilátásait Jakobi energetikai terveivel, elektromechanikai felfedezéseivel hozta összefüggésbe.

Jakobit is Oroszország hazafiúi szolgálata vezette munkásságában. Jakobi hazafisága világosan kifejezésre jut 1872-ben írt s M. H. Reityern akkori pénzügyminiszternek címzett levelében. Ezt a levelet a Szovjetunió Tudományos Akadémiájának irattárában őrzik (187. törzskönyv, 1. leltár, 299-es szám) és M. I. Radovszkij tette közzé „B. F. Jakobi akadémikus a saját tudományos és gyakorlati munkásságáról“ című cikkében. Jakobi levelében ezt írja:

„Ha a tudomány körében elért eredmények az egész világnak hasznot hajtanak, akkor kétségkívül még nagyobb a jelentőségük azokban az országokban, ahol ezeket az eredményeket elérték. Megcáfолhatatlan, hogy a népek kulturális és történelmi jelentőségét és fejlődését annak értéke szerint becsülik, amivel mindegyikük az emberi gondolkodás és tevékenység eredményeihez hozzájárult. Ezért alulírottat az elégedettség érzése tölti el, hogy 37 éves tudományos munkásságát annak az országnak szentelte, amelyet második hazájának tekint, s amelyhez nemcsak az állampolgári kötelesség s a szoros családi kötelékek, hanem egyéni érzései is kötik.

Alulírott büszke erre a munkásságra azért, mert ez termékenynek bizonyult az egész emberiség egyetemes érdekei szempontjából. s egyben

közvetlen és lényeges hasznára van Oroszországnak is.

Alulírott tudományos munkásságának kezdete a fizika terén elért nagy felfedezések korszakába esett. Ezek a felfedezések a világot nem csupán ismeretekkel gazdagították, hanem alkalmazásukkal felbecsülhetetlen hatással voltak számos társadalmi körülmény és viszony megváltoztatására. Ez a körülmény szabta meg alulírott munkásságának irányát, aki nem mulasztotta el kutatásait a tudomány eme újonnan megnyitott útjaira terelni.

Alulírottat meghívták Oroszországba tanárnak először a derpti, majd rövidesen legfelsőbb rendelkezésre a Szentpétervári Egyetem tanészékére.

Itt tág teret talált arra, hogy új hazája javára alkalmazza mind a már meglévő tudományos eredmények terén végzett tökéletesítéseit, mind pedig a saját maga által elért új felfedezéseket és találmányokat.

Másrészt alulírott nem időzhet sajnálkozás nélkül annál az elszomorító gondolatnál, hogy a körülmények sok esetben csupán a kezdeményezés lehetőségét nyitották meg előtte, de nem segítettek elő hő kívánságának teljes megvalósulását: a tudományos munkák olyan méretű fejlődését, hogy Oroszországnak ne kelljen a külföldi technika segítségére szorulnia, hanem maga váljék tudományos és ipari központtá, melyhez a többi népek és országok úgy forduljanak, mint a tudományos módszerek és gyakorlati alkalmazások forrásához.

Alulírottat megnyugtattja az a tudat, hogy a maga részéről, amennyire ez egy ember magános erőfeszítéseivel elérhető volt, minden tőle telhetőt megtett a kifejtett célhoz vezető úton. Minden,

Oroszországban végzett tudományos munkájában kizárólag hazai eszközöket és anyagokat használt fel és került a fizikai és technikai gyártmányokkal kapcsolatban a külföldi gyárosoktól való függést.

Az idézett sorok legfényesebb bizonyítékai annak a szoros összefüggésnek, mely fennáll a fizikai és műszaki alkotások és azon hazafias törekvések között, hogy Oroszország a világ leg-élenjáróbb tudományos és ipari központjává váljék, hogy leküzdje műszaki és gazdasági elmaradottságát.

*

Az elektroenergetikai technika és az elektromosságtan megteremtésének legjelentékenyebb előfutárai E. H. Lenc munkái voltak. Faraday mellett Lenc volt az elektromágneses indukció elméletének megalkotója, amely a modern elektrotechnika alapját alkotja. Lenc, aki Jurjevben (Derpt) született és a jurjevi egyetem hallgatója volt, tudományos munkásságának első időszakában főképpen Oroszország természeti jelenségeinek tanulmányozásával foglalkozott. Lenc egészen 1830-ig mindenekelőtt a fizikai földrajz terén tevékenykedett. 1823-tól 1826-ig mint fizikus résztvett Kotzebue vezetése alatt a föld körülhajózásában. Lenc meglátogatta továbbá az Elbrusz környékét, az Apseroni félszigetet és más vidékeket, ahol súlyméréstani és hidrológiai kutatásokat végzett.

Lenc tevékenysége ezekben az években az oroszországi természeti jelenségek kutatóinak munkásságához csatlakozik, de munkái ugyanakkor mintegy átmenetül szolgáltak a természet közvetlen megfigyeléséről a fizikai kísérletre,

mivel már a huszas évek expedíciói folyamán is felhasználta a fizikai és kémiai berendezéseket. 1830-ban Lencet megválasztották az Akadémia rendkívüli tagjává, s ekkor átvette a Tudományos Akadémia fizikai szakosztályának vezetését, amelyet V. V. Petrov alapított. 1836-ban a fizika és a fizikai földrajz tanára lett a pétervári egyetemen. Nem sokkal halála előtt kinevezték az egyetem rektorává. A Tudományos Akadémián s főként az egyetemen egész sor kísérletet végzett, amelyek közül a legjelentékenyebbek az elektromosságra vonatkozó elméleti munkáival függtek össze.

A harminc-negyvenes évek legkiválóbb fizikusai Lomonoszov száz évvel azelőtt hirdetett elvéből indultak ki, s lényegében véve a hőt, a fényt, az elektromosságot stb. a mozgás formáinak tekintették. Lenc következetesen alkalmazta a természeti erők egységének felfogását az elektromosság tanában. Kutatásai kimutatták a galvánelemben keletkező és a súrlódás segítségével nyert elektromosság azonosságát. Azidőtájt két megmérhetetlen folyadék képzete állott fenn: az elektromos és galvanikus folyadéké. Lenc vitathatatlan kísérleti bizonyítékát adta annak, hogy a galvanikus és a sztatikus elektromosság azonos természetűek. Bebizonyította, hogy a Faraday által elsőként fejlesztett indukciós áram a galvanikus elektromosságra érvényes törvényeknek van alávetve.

Lenc 1831-ben, nyomban az elektromágneses indukció felfedezésének közzététele után megállapította, hogy az indukált áram erősségét a mozgatótt vezetőben indukált elektromotoros erő s a vezető ellenállása határozza meg; az indukciós elektromotoros erő a tekercs menetszámával ará-

nyos, s nem függ a tekercs átmérőjétől, a vezeték keresztmetszetétől és a vezeték anyagától. Lenc nézetei annyira ellentmondottak az uralkodó felfogásnak, hogy eredményeinek nyilvánosságra hozatalát három évig késleltették. Rövidesen az elektromágneses indukció felfedezése után Lenc kifejtette és megindokolta az indukció általános törvényét, melyet „Lenc-féle törvény“-nek neveznek.

„Nyomban Faraday emlékiratainak elolvasása után úgy tűnt előttem, hogy az indukciós áramok valamennyi esete nagyon egyszerű eljárással az elektrodinamikai mozgások törvényeihez sorolható“ — mondja Lenc a Tudományos Akadémia elé terjesztett 1833 november 29-i beszámolójában. Lenc ebben a munkájában a következő módon szövegezte meg törvényét: „Ha a fémvezeték galván-áram vagy mágnes közelében eltolódik, akkor galvánáram keletkezik benne olyan irányban, mint amelyet a nyugvó vezeték mozgása idézett volna elő a mozgással ellentétes irányban, feltéve, hogy a nyugalomban levő vezeték csak ennek az utóbbi mozgásnak vagy ellentétének irányában mozoghat“. Kiemelendő, hogy az idézett szövegezés szorosan összefügg az elektromágneses és magnetoelektromos gépek (motor és generátor) reverzibilitásának elvével.

„Ha a fentebb idézett törvényt jól magyarázzuk — írja Lenc — akkor arra a következtetésre juthatunk, hogy az elektromágneses erők hatása alatt álló valamennyi természeti tűneménynek szükségszerűen az elektromágneses indukciónak egy-egy meghatározott esete felel meg.“ Más szóval, a vezetőnek a rajta keresztül bocsátott áram hatására keletkező mozgása (elektromagnetikus jelenség) s a vezetőnek a mozgásának eredményeként

keletkező áram (magnetoelektromos jelenség) felel meg. Ebből következik, hogy a generátor motorrá változik át, ha armaturájának tekercsein keresztül kívülről engedünk át áramot, viszont a motor generátorrá változik át, ha az armaturát mozgásba hozzuk.

Az energia megmaradása törvényének előtörténetével függ össze Lencnek egy másik felfedezése is, amely a vezetőkben keletkező hőt az áramerősséggel és a vezetők ellenállásával hozza kapcsolatba. Joule hasonló felfedezésétől függetlenül, Lenc 1844-ben megállapította, hogy a vezetőkben keletkező hő mennyisége egyenesen arányos a vezetők ellenállásával, az áramerősség négyzetével és az áram áthaladási idejével.

A mozgás megmaradásának törvényével függ össze a XIX. század első felében a kiváló orosz kémikusnak, G. I. Hessnek legjelentősebb felfedezése is. Hess azoknak a tudósoknak a csoportjához tartozik, akiknek munkássága a negyvenes években érte el tetőfokát. Egész sor nagyjelentőségű felfedezés fűződik ezeknek a tudósoknak a nevéhez. Kémiai munkáik már nem voltak az ásványtani és geológiai leírások függelékei, mint a század kezdetének kémikusainál, hanem önálló jelentőségük volt.

G. I. Hess (1802—1850) a derpti egyetemen orvostudományt, majd Stockholmban, Berzeliusnál, kémiát tanult. „Az oroszországi ásványvizek vegyi összetételének és gyógyhatásának tanulmányozása” című értekezésével doktori címet szerzett az orvosi karon. 1827-től 1830-ig orvos volt Irkutszkban s főként a keletszibériai ásványtani kutatásokkal foglalkozott. A Tudományos Akadémiába történt beválasztása után Pétervárra

költözött és kísérleti munkákba fogott a fizikai kémia terén. Hess a termokémia megalapítója. 1839—1840-ben megállapította, hogy valamely kémiai folyamat során fejlődő hő mennyisége nem függ attól az úttól, amelyen a folyamat halad. Ez a törvény, „a reakcióhők összege állandóságának törvénye“, mindmáig megtartotta érvényességét. Hess ilyenformán félúton áll az orosz kémikusok két nemzedéke között. Régebbi, az ásványtannal összefüggő kémiai kutatásai a század kezdetének kutatóihoz, későbbi munkái pedig a század második felének nagy orosz kémikusai közé sorolják.

A. A. Voszkreszenszkij, Hess tanítványa, az orosz szerves kémia első nagy képviselője, D. I. Mendelejev, N. N. Beketov, N. N. Szokolov és N. A. Mensutkin tanítómestere volt. Voszkreszenszkijvel egyidejűleg dolgozott Pétervárott J. F. Fritcse is, aki szintén szerves kémiával foglalkozott és nagytehetségű kísérletező volt. Egész sor új vegyületet és reakciót fedezett fel. Itt dolgozott a negyvenes évek legnagyobb orosz kémikusa: Nyikolaj Nyikolajevics Zinyin.

N. N. Zinyin 1812-ben született a Kaukázusban. Szüleit gyermekkorában elvesztette. A szaratovi gimnáziumban tanult s onnan került később a kazáni egyetem filozófiai karának matematikai osztályára. Zinyin egyetemi tanulmányainak elvégzése után az egyetemen maradt. Az analitikus mechanika, majd a hidrosztatika és hidrodinamika, s végül 1835-től a kémia tanára volt az egyetemen.

1840-ben „A benzol vegyületeiről s a benzolfajtákkal kapcsolatos új testek felfedezéséről“ című értekezésével doktori címet szerzett s egyúttal megerősítették a kazáni egyetem rendkívüli tanári állásában is. Itt Kazánban, ahol Loba-

csevszkiynek hála, már felépítették és felszerelték az új kémiai laboratóriumot, indultak meg Zinyin kísérleti kutatásai. Még 1842-ben felfedezte az aromás nitrovegyületek aminovegyületekké való átalakításának reakcióját. 1842 októberében közlemény jelent meg „A Tudományos Akadémia Értesítőjé”-ben a nitrobenzolnak Zinyin által benzidamnak elnevezett aminovegyületté való átalakításáról. J. F. Fritcse megállapította, hogy a Zinyin által előállított benzidam azonos az őáltala indigóból kivont anilinnal. Így sikerült szintetikus anilint nyerni. Zinyin rövidesen kimutatta, hogy reakciójának segítségével számos más nitrovegyület is átalakítható a megfelelő aminovegyületté.

Hofmann Zinyin munkásságáról mondott beszédében felidézte, hogy a Pétervári Akadémia értesítőjének cikke hogyan emlékezett meg Zinyinről, akit Liebig tanítványai jól ismertek. „Akkor természetesen még nem lehetett látni, hogy milyen óriási jövő áll az említett cikkben leírt átalakítási eljárás előtt. Senki sem sejthette, mily gyakran és mennyi sikerrel kapcsolódik majd ez a fontos kérdés a szerves anyagok végtelen átalakíthatóságának tanulmányozásához; senkinek sem jutott még eszébe, hogy ez az új amidizációs eljárás lesz idővel az alapja egy hatalmas iparág-nak, olyan iparág-nak, amely viszont oly termékenyen segítette elő a tudomány fejlődését.”

Zinyin 1848 elején átment a pétervári Orvosi-sebészeti Akadémiára. A. P. Borogyin a következő képet rajzolta az Orvosi-sebészeti Akadémia kémiai laboratóriumáról a negyvenes-ötvenes években:

„A kémiai tanszék berendezése abban az időben igen siralmas volt. A kémiára évenként 30

rubelt irányoztak elő azzal, hogy az év folyamán még egyszer ennyi igényelhető... Az Akadémia laboratóriuma két piszkos, sötét, boltozatos, kőpadlós szobából állott, bennük néhány asztallal és üres szekrénnel. Szárítószekrények, desztillátorok, vízfürdők és hasonlók hiánya miatt gyakran még télen is az udvaron kellett dolgozni.“

Ilyen körülmények között jöttek létre Zinyin alapvető felfedezései. További sorsukban megmutatkozott az orosz kémia fejlődésének általános jellege, mely szorosan egybekapcsolódott az orosz kapitalista ipar fejlődésével. Noha orosz kémikus állította elő az anilint benzolból, a hazai ipar egyelőre még nem használta fel ezt a felfedezést. Ennek oka a műszaki tekintetben élenjáró üzemek s ezzel összefüggően a tudományos kísérleti telepek hiánya volt. Az ötvenes években anilinból bíborvörös és kék festékeket készítettek, amelyek nyomban széleskörű alkalmazásra találtak. Ezt követően nagyon gyorsan előállítottak zöld, barna és egyéb színű anilinfestéket is.

Ezek az eredmények számos ország gazdasági képét változtatták meg. Az indigót termelő India Angliából kapta a kék anilinfestéket; a piros festék természetes forrásanyagát exportáló Mexikó vörös anilinfestéket kezdett importálni; Kína és Japán a sárga szantálfa helyett sárga anilinfestéket kezdett használni. Amikor pedig előállították az alizarint, amelyet Engels példának hozott fel arra, hogyan „váltak az anyagok önmaguktól“ a mi számunkra alkalmas anyagokká, akkor megszűnt a „festő-mesterség alapjának“, a buzérnak — e festőnövénynek — a termelése, mely például Oroszországban, Derbent vidékén, a fő mezőgazdasági termék volt.

A HATVANAS ÉVEKBEN

A hatvanas évek s az azt követő évtizedek az orosz gyáripár gyors fejlődésének ideje. A század végén Oroszországban egyetlen évtized alatt kétezer kilométer hosszú vasútvonalat építettek. Az orosz ipar és közlekedés fejlődésének legjelentékenyebb pillére a fém, a szén és a nyersolaj volt. A termelés a reformkorszak előtti patriarchális technikáról az ipari technikára, az alkalmazott természettudományra tért át. A tudomány és a termelés kölcsönös viszonya is megváltozott. A nehézipar és a közlekedés fejlődése új igényeket támasztott. A tudomány ezekre az igényekre válaszolva, sokkal közelebb került a gyakorlathoz. Ugyanakkor, a hatvanas években és az utána következő időben rendkívül gyorsan fokozódott az 1861. évi reform által becsapott parasztság harca is. Megjelent a küzdőtéren az orosz munkásosztály.

Ilyen körülmények között dolgozott Oroszországban a természettudósok csoportja, mely a hazai termelőerők maximális növelésére törekedett. Másrészt a XIX. század második felének számos tudósa — a nagy forradalmi demokraták: Csernüsevszkij, Piszarev és Dobroljubov tanítvá-

nyai — tudományos munkásságukban látták azt az erőt, amely elősegíti a társadalmi viszonyok átalakulását s mindenekelőtt a nép felszabadítását a jobbágyrendszer maradványai alól.

A kémia fejlődése fényes bizonyítéka volt az orosz természettudomány általános felvirágzásának a hatvanas években. Tyimirjazev írja, hogy „az orosz kémikusok mintegy 10—15 év alatt nemcsak hogy utólérték idősebb európai kortársaikat, hanem idővel túl is jutottak eredményeiken s így a szóbanforgó időszak végén Frankland angol kémikus teljes meggyőződéssel jelenthette ki, hogy a kémia fejlettebb fokon áll Oroszországban mint Angliában, Humphry Davy, Dalton és Faraday hazájában. Kétségtől a kémia sikerei voltak a legszembevetőbb jelenségek a tudomány újjászületésének e nagyszerű korszakában.“

Zinyin az orosz kémikusoknak két nemzedékét egyesíti. Az idősebb nemzedék a negyvenes években, a jobbágyrendszer idején érte el érettségét, a fiatalabb az ötvenes évek második felében és a hatvanas években kezdte meg tevékenységét. N. N. Zinyintől kezdve megszakítatlan kapcsolatot látunk az orosz vegyészek nemzedékei között. Ez a kapocs mindenekelőtt a negyvenes évek kiváló kémikusainak nemzedékét egyesíti azokkal a még nagyobb tudósokkal, akik a század második felében messze megelőzték a többi országok kémiai tudományát. Az európai tudomány élén, Mendelejevvel egysorban, a struktúrelmélet alkotómestere: A. M. Butlerov haladt.

A. M. Butlerov munkássága közvetlenül összefügg az orosz iparnak a reformkorszak előtti fejlődésével s egyben nemzedékének társadalmi eszméivel is.

N. D. Zelinszkij írja: „A forradalmi demokráta-k nem maradhattak hatás nélkül Butlerovra, aki hazáját és népét lángolóan szerette. Az ipari és társadalmi fellendülés korszakának objektív követelményei ragyogó kifejezőre találtak benne.“

A. M. Butlerov 1828-ban született Csisztopol városában, a kazáni kormányzóságban. Tanulmányait a kazáni egyetemen végezte. Kezdetben K. K. Clausnak, a szervetlen kémia nagy tudósának, a ruthénium felfedezőjének vezetése alatt dolgozott. Később átment N. N. Zinyinhez és szerves vegytannal foglalkozott. Azidőtájt a kazáni egyetem laboratóriuma rosszul volt felszerelve. Főleg az izzó szénnel való bibelődés a kémiai kemencékben bosszantotta Butlerovot. „A mai boldog kémikus ifjúság, amely gázt használ és nem kínlódott a szénnel való izzítással — írta később — aligha tudja világosan maga elé képzelni annak a munkának fáradtságos terhét, amely az izzó szénnek állandó, figyelmes kezelésével együttjárt.“

1850-ben Claus azt javasolta, hagyják meg Butlerovot az egyetemen. Ezt a javaslatot N. I. Lobacszevszkij is támogatta, aki akkoriban a kazáni oktatási körzet helyettes kurátori állását töltötte be s Butlerov nemsokára megbízást kapott, hogy szerves kémiai előadásokat tartson. Butlerov 1854-ben szerzett tudomást az új kémiai elméletekről. Amikor doktori értekezésének előadására Moszkvába indult, továbbutazott Pétervárra, Zinyinhez. „Zinyinnel folytatott rövid beszélgetésem s pétervári tartózkodásom — írja Butlerov — éppen elegendők voltak ahhoz, hogy ez az idő korszakot jelentsen tudományos fejlődésben.“ Butlerov az elkövetkező években bejárta Heidelberget, Giessent, Göttingát, Párizst, Bernt, Milánót, Firenzét, Rómát és Nápolyt, ahol

Berthelot, Dumas, Chevreul, Wurtz, Wöhler, Bunsen, Liebig, Despretz, Becquerel és mások munkásságát tanulmányozta. Külföldön találkozott először Mendelejevvel is.

Kazánba visszatérve, Butlerov számos kitűnő kísérleti kutatásba kezdett, amelyeket főképpen a szerves anyagok szintézisének szentelt. Többek között előállított egy bonyolult vegyületet, a hexametilénetrámit, amelyet urotropin néven jelenleg is széles körben alkalmaznak az orvostudományban. De legnagyobb elméleti jelentősége egy cukorszerű anyag mesterséges előállításának volt (1861). Ez a felfedezés elvi jelentőségű volt a természettudomány számára.

A szerves szintézisek kidolgozása a XIX. század első felében és közepetáján a szerves kémia egyik legjelentősebb irányzata volt. A szerves szintézis utat tört a szerves kémiában a molekulaelméletnek. A szerves kémia elmaradottsága, az a tény, hogy a molekula-fogalom csak nehezen honosodott meg, részben a szerves anyagok szintézisének hiányával függött össze. „Az, amit kémiai vegyületnek nevezünk — írta később Butlerov — ami ma érthető és világos számunkra, akkor homályos és zavaros volt. Ha a legegyszerűbb alkotórészekről esett szó, ezen olyan anyagokat értettek, amelyek az adott vegyületből kivonhatók s egyesítve ismét ugyanazt a vegyületet adják. Ez azonban csupán rendkívül ritka esetekben bizonyult lehetségesnek. A szerves anyagok, különféle reagensekkel kezelve megváltoznak, de nem úgy, hogy feltétlenül két részre bomlanak. A fordított átalakulás a nyert termékekből, az eredeti anyagra azidőtájt elképzelhetetlen volt. Felmerült az az elképzelés, hogy a szerves anyagok nem az alkotórészek egyszerű ké-

miai kölcsönhatása következtében, hanem a növényi és állati szervezetek életereje révén képződnek.”

Ilyenformán a szerves anyagok szintézisének hiánya utat nyitott a vitalisztikus nézeteknek.

A szerves szintézis fejlődésében hatalmas lépés volt az említett cukorszerű anyagnak szintetikus úton történő előállítása, amit Butlerov 1861-ben ért el. Már ez az egyetlen felfedezés is beírta volna Butlerov nevét a kémia történetébe, ha későbbi munkái nem tették volna halhatatlanná a természettudomány történetében.

Butlerov már első külföldi utazása során belekerült a kémiai viták forgatagába. Az ellentétes irányzatok gyökerei a tudományos kémia forrásaiig nyúltak. Már Lavoisier, Berthelot és Fourcroy feltételezték azt, hogy a kémiai vegyületek két részből: oxigénből és a vele egyesült gyökből állanak. Ennek a nézetnek a hívei úgy vélték, hogy a szervesetlen anyagokban fém, a növényi anyagokban egy bonyolult gyök: szénhidrogén maradék egyesül az oxigénnel, az állati eredetű anyagokban pedig a gyök még nitrogént is tartalmaz.

„A Lavoisier korabeli kémia — írja Butlerov — kiváltképpen az oxigén-vegyületek kémiája volt; ezeket a vegyületeket oxigénből és egy gyökből állóknak tekintették s az utóbbi elnevezés alatt általában az oxigénnel egyesülő alkotórészt értették. Lavoisier, amikor például a szénhidrogéneket a karbonsavak gyökeinek nevezi, gyök névvel jelölte meg az almasavnak, az oxálsavnak azt a részét, amely ezekben a savakban az oxigénnel egyesült. Lavoisier emellett megjegyezte, hogy az asványvilág bonyolult anyagainak gyökei majdnem mind egyszerűek, míg a szerves anyagok gyökei rendszerint szénből és

hidrogénből, vagy szénből, hidrogénből és nitrogénből állanak.“*

A kémikusok a XIX. század elején úgy képzelték, hogy minden vegyület két alkotórészből áll, amelyek közül mindegyik ismét két részből állítható össze és így tovább — egészen a felbonthatatlan elemekig. „Az ásványi kémia köréhez tartozó tények dualisztikus felfogásához vezettek a bonyolult testek összetételének tekintetében: a felbonthatatlan anyagok — az elemek — egymással egyesülnek; az ebből származó, kétszeresen összetett vegyületek kölcsönös egymásra hatásuk vagy az elemeknek reájuk való hatása mellett azzal a képességgel bírnak, hogy még bonyolultabb, három, négy stb. elemszerű alkotórészt magukban foglaló anyagokat alkossanak. Ezen az alapon a kémiai vegyületeket, összetételük foka szerint első-, másod-, harmadrendű vegyületekre osztották s mindegyik ásványi testet úgy tekintettek, hogy az két egyszerű vagy összetett alkotórészt foglal magában. Az utóbbi esetben a másik, bonyolultabb anyag alkotórészét jelentő összetett test benne foglaltatott (előzőleg létezett: *préexistant*) az utóbbiban.“**

A galvanikus elektromosság felfedezése, Faraday és Davy munkái megváltoztatták ezt az elméletet. Berzelius a gyökelméletet kiegészítette a kémiai rokonságnak — mint az ellentétes elektromos töltések vonzása következményének — fogalmával. „A dualisztikus elmélet alapján jött létre az az elektrokémiai hipotézis, amelyet elsőnek Berzelius javasolt s majdnem mindenki elfogadott. Ez a hipotézis, leg-

* *Butlerov*: Bevezetés a szerves kémia alapos tanulmányozásába. 1887. 2. kiad. 52—58. old. (oroszul).

** U. o. 51. old.

főképpen arra a tényre támaszkodva, hogy egyes anyagok a galvanáram hatására két alkotórészre bomlanak, a dualisztikus elméletet magyarázta és támogatta. A kémiai vegyülés okát az atomok elektromos polaritásában, az elektromos vonzásban kereste és elfogadta azt, hogy bizonyos testekben a pozitív, másokban viszont a negatív elektromosság van túlsúlyban, s hogy az ellentétes töltések kölcsönös viszonyát tekintve, e testek közül az egyik pozitív elektromosságú, a másik pedig negatív elektromosságú alkotórészt képvisel.“*

Butlerov, a kémia történetéről tartott előadásaiban, a következőképpen írja le a molekula szerkezetének az elektrokémiai nézetekből levezetett felfogását.

„Az elektrokémiai felfogásnak megfelelően valamennyi vegyületet úgy tekintettek, mint bonyolultabb rendű, de legalábbis kettős vegyületet. Az $A+B$ vegyület elsőrendű; az $A+B+C$ vagy $A+B+(C+O)$ vegyület másodrendű. Ha a másodrendű vegyülettel még egy egyszerű vagy bonyolult I anyag is egyesül, akkor a vegyület harmadrendű lesz és így tovább. Ha ezt a nézetet most azokra a vegyületekre is alkalmazzuk, amelyekben — mint a szerves anyagokban — kettőnél több, például három elemrész van, akkor okvetlenül ki kell kutatni, milyen módon oszlik ez a három elemből álló vegyület két poláris részre, hogy az elektrokémiai hatékonyság fogalmának eleget tegyünk.“**

A kifejtett álláspont meghatározott képet nyuj-

* Butlerov: Bevezetés a szerves kémia alapos tanulmányozásába. Id. kiad. 51—52. old. (oroszul).

** Történelmi vázlat a kémia fejlődéséről az utolsó negyven évben. Butlerov előadásainak sokszorosított kiadása (oroszul).

tott az anyag belső szerkezetéről. Berzelius és követői s általában az összetett gyökök elméletének hívei racionális képleteket használtak s azt mondták, hogy ezekkel kifejezik az anyagok kémiai szerkezetét; képleteikkel bizonyos összetett anyagoknak a még összetettebb testekben való jelenlétét (előzetes létezését — Präexistenz) óhajtották megjelölni, minthogy az elsők az utóbbiak alkotórészeinek bizonyultak.

Úgy látszott, hogy Gay-Lussac, Liebig és Dumas munkái megerősítették a gyök-elméletet. De Gerhardt a század közepe táján megdöntötte ezt az elméletet. Lemondott arról, hogy a molekulát két, az elektromos töltések ellentétességével egymáshoz kapcsolt alkotórészre bontsa fel és mint egészet szemlélte. Gerhardt álláspontja egész sor jelentős felfedezéshez vezette a kémiát, de ezt úgy érték el, hogy lemondtak a részecskék belső szerkezetének elemzéséről. Gerhardt úgy vélte, hogy a kémiai képlet semmit sem mond a molekula szerkezetéről.

„Gerhardt, aki a fentebb kifejtett módon fogta fel a szerkezet jelentőségét, tagadta annak a lehetőségét, hogy azt az anyagok kémiai sajátságai alapján el lehet dönteni. Azt a véleményt nyilvánította, hogy a kémiai jelenségek csak akkor kezdődnek, amikor az anyag megváltozik, azaz megszűnik létezni — hogy a kémiai jelek ilyenformán (az ő kifejezése szerint) csupán az anyag multjának és jövőjének megismerésére nyújtanak lehetőséget.“*

Másszóval, a klasszikus atomelméleten alapuló kémia alapvető gondolata megtorpant a molekuláris szerkezet problémájának küszöbén. A szerves ké-

* *Butlerov*: Bevezetés a szerves kémia alapos tanulmányozásába. Id kiad. 60. old. (oroszul).

miába még ennyire sem hatolt be az atomelmélet. Gerhardt döntő részt tulajdonított a szerves anyagok szintézisében az „eleven erő“-nek (*vis vitalis*) és nem hitt a mesterséges szerves szintézis lehetőségében. Ezzel az egész szerves kémia kiesett az egységes tudományos világképből. A *vis vitalis* metafizikája ellene szegült a természeti erők egysége felfogásának. Lényegében véve, az atomisztikus felfogás csak Butlerovot követően vált a szerves kémia alapelvévé. Egy másik orosz tudós, aki az atomisztikus felfogáson alapuló kémia klasszikus korszakát betetőzte, ragyogó jellemzését adta ennek az irányzatnak. Lássuk, mit írt D. I. Mendelejev Butlerovról:

„Butlerovnál minden felfedezés egy közös gondolatból fakadt és ehhez igazodott. Éppen ezzel teremtetett iskolát, éppen ez biztosítja, hogy neve fennmarad a tudomány történetében. Ez a gondolat: *a kémiai szerkezet*. Az 50-es években Gerhardt, a kémia forradalmára, ledöntött minden régi bálványt és új utakra terelte a kémiát. Ezt úgy érte el, hogy lemondott az anyag belső szerkezetébe való behatolásról, amelyre a Berzeliusok és Liebigék törekedtek. A Laurent és Gerhardt által nyert, új, rendkívül jelentős következtetésekkel és fogalmakkal megélénkült és gyarapodott a kémiai ismeretek egész tárháza. De rövidesen szükségessé vált, hogy az új ismeretek gazdagsága mellett is tovább menjenek Gerhardtnál. Alig fedezték fel a többértékű alkoholokat, és alig alakult ki a telítettség fogalma, világossá vált, hogy Gerhardt elméletét tovább kell fejleszteni. Egymástól függetlenül különböző irányzatok jöttek létre. Ezek között díszes hely illeti meg Butlerov irányzatát. Butlerov reakcióik tanulmányozása révén igyekszik behatolni a különféle ele-

meket egy rendszerbe összefogó kapcsolatok legmélyébe. Minden elemnek meghatározott képességet tulajdonít arra, hogy bizonyos számú vegyületet alkosson, a különböző sajátságokat pedig az elemek különböző kapcsolódási módjának tulajdonítja. Senki sem követte nála következetesebben ezeket a gondolatokat, noha ő volt az első, aki velük foglalkozott. Gondolatait nagyszámú munkáinak sok-sok apró részletében rakta le...“

A szerkezetelmélet megalkotása megkövetelte a kémikusoktól, hogy következetes és szilárd meggyőződésük legyen az atom tényleges létezéséről; tudományos lendületet és határozottságot igényelt, hogy érvényesíteni tudják az atomelméleten alapuló kémia általános elveit a szerves vegyületek atomjai és molekulái közötti kapcsolat konkrét esetében. A nyugateurópai kémikusok nem rendelkeztek elegendő mértékben ezekkel az adottságokkal. Butlerov az élenjáró orosz tudósok sajátos következetességével és bátorságával fogott hozzá a feladat megoldásához. Kimutatta, hogy a molekulában korántsem mindegyik atom hat egyforma erősséggel a többi atomokra, ellenkezőleg, mindegyik atom kémiai hatása csupán meghatározott atomokra irányul, amelyek a maguk részéről kémiai kötéssel egyesülnek más atomokkal. Ilyen törvényszerűség alapján alakul ki a molekula szerkezete. A legnagyobb történelmi igazságtalanság és hamisítás a szerkezetelmélet felfedezésének dicsőségét — amint ezt néhány német tudománytörténész teszi — Butlerov mellett Kekule von Stradonitznak és más vegyészeknek tulajdonítani, akik félúton megálltak s nem jutottak el a szerkezeti elv teljes felismeréséig, rendszeres kidolgozásáig és kísérleti igazolásáig.

Butlerov 1860 végén jutott el a szerves vegyü-

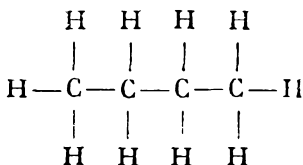
letek szerkezetére vonatkozó nézeteihez, amelyeket 1861 szeptember 19-én „Az anyagok kémiai szerkezetéről” című híres beszámolójában fejtett ki. Ebben a beszámolójában elsőként javasolta a „kémiai szerkezet” szakkifejezés bevezetését. E kifejezés alatt az egyes atomok kapcsolódásának megoszlását értette. Butlerov ezt a gondolatot számos cikkben fejtette ki, melyek főképpen a „Kazáni egyetem tudományos dokumentumai”-ban jelentek meg. Az egyik, 1862-ben írott cikkben Butlerov a következőképpen ismerteti alapvető gondolatát: „Abból a gondolatból indulván ki, hogy mindegyik, a test összetételéhez tartozó kémiai atom résztvesz a test felépítésében s itt kémiai erejének (rokonságának) meghatározott nagyságával hat, szerkezetnek nevezem eme erő hatásának megoszlását, minek következtében a kémiai atomok közvetve vagy közvetlenül egymásra hatva, kémiai részecskévé egyesülnek.” Butlerov új nézeteinek megfogalmazása után igyekezett azokat kísérletekkel igazolni. Elméleti nézeteiből következett annak a lehetősége, hogy a molekuláris szerkezet megváltoztatásával egész sor új kémiai vegyületet kapjon. A kémia tud olyan kémiai vegyületeknek a létezéséről, amelyeknek fizikai és kémiai sajátságaik különbözök, de minden molekulájuk ugyanazoknak az elemeknek azonos számú atomját tartalmazza. Az ilyen, összetételük szerint azonos, de sajátságaikat tekintve különböző vegyületek fennállásának jelenségét izomériának nevezik.

Butlerov elméletéből következett, hogy az izoméria az összetételük szerint egyforma molekulák szerkezeti különbségében, az atomokat egymáshoz kapcsoló erő eltérő megoszlásában leli magyarázatát. Butlerov nagyszámú kísérletet végzett, melyek-

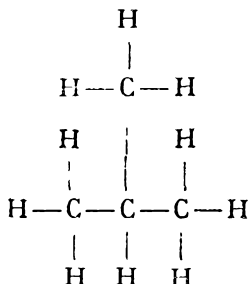
nek eredményeként kimutatta az izoméria fennállását a szénhidrogének egész sorában. Izobutánnak nevezett új szénhidrogént fedezett fel, amely összetételét tekintve nem tért el az addig ismert butántól, de sajátságaiban élesen különbözött tőle.

Butlerov álláspontja szerint a bután és az izobután közötti különbség magyarázata e két izomér vegyület atomjainak különböző kapcsolódási módjában rejlik. Butlerov szerkezeti képletekkel tüntette fel a molekula felépítését, amelyekben nemcsak az összetételt, hanem az atomok kapcsolódási módját is fel tudja tüntetni.

A normális bután szerkezeti képlete a következő:



míg a Butlerov-felfedezte izobután szerkezeti képletének alakja:



Butlerov a továbbiakban új, ismeretlen szénhidrogént kapott, amelyet izobutilénnek nevezett el

s kimutatta, hogy ez az izobutilén a butilénnel izomér. Az ilyen klasszikus felfedezések megerősítették a kémiai szerkezetelméletet s egyúttal bevezették a gyakorlati kémiába is a szerves szintézis módszereit, amelyeknek óriási szerepük volt az elméleti szerves kémiában és a kémiai technológiában.

Ki kell emelni, hogy a szerkezeti elmélet megalkotása Butlerov ama tudatos törekvéséből származott, hogy az egész kémiát, a szervest is beleértve, következetesen az atomelméletre alapozza. Ebből a szempontból nagyon érdekes a „Történelmi vázlat a kémia fejlődéséről az utolsó 40 évben“ című előadássorozat, amelyet Butlerov 1880—1881-ben tartott. Reánk maradtak ezeknek az előadásoknak litografált jegyzetei. Az előző oldalakon már idéztünk belőlük. Butlerov, a harmincas-negyvenes évektől kezdve, a molekula fogalmát tartotta a kémia fejlődési alapjának. Ebből a fogalomból nőtt ki a szerkezeti elv. A harmadik fontos felismerés a kémiában az anyagrészecskék mozgásának felismerése s ezzel összefüggően a kémiai energia fogalma.

„Mik voltak az utolsó 40 év kémiai eredményei, vetik fel a kérdést manapság. A leglényegesebb eredmény kétségkívül a kémiai részecske fogalmának meghatározása volt. Ez alkotja jelenleg valamennyi többi következtetés alapját, ezért a mai kémiát joggal nevezhetjük a *részecskék kémiájának*. Majd, ennek a fogalomnak a megállapítása után s ama törekvés következtében, hogy az anyagok kémiai természetét közelebbről meghatározzák, kifejlődött az atomoknak a molekulában elfoglalt viszonylagos helyzetének, vagyis a kémiai szerkezetnek a fogalma. Ezek a fogalmak a szerves kémia talaján alakultak ki, mivel a kémia fejlődése az utolsó 30—

40 év alatt kiváltképpen a szerves kémia keretein belül játszódtott le. De ezenkívül az utóbbi évek alatt olyan fogalmakat is ültettek át és vezettek be a kémiába, melyek egyáltalán nem a kémia körében alakultak ki, de mégis sok jelentős eredményt hoztak már s még sokat ígérnek a jövőben is. Ez vonatkozik nevezetesen a kémiai energia fogalmára s arra a vele kapcsolatos felfogásra, hogy ezek a részecskék az anyag tömegében nem a nyugalom, hanem a dinamikai egyensúly állapotában vannak.“

Butlerov 1861. évi beszámolójában „csupán azt kívánta kifejezni, itt az ideje, hogy a típuselméletet teljesen elvetve az atomelméletre és a kémiai szerkezetelméletre alapítsuk az anyagok kémiai szerkezetének fogalmait...“

„Ha például (CH_3) és (HO) egyesülnek, akkor világos, hogy ez olyan eset lesz, amelyben a szén vegyrokonságának $\frac{3}{4}$ -e (3 egység) hat a hidrogénre, míg a szén vegyrokonságának $\frac{1}{4}$ -e (1 egység) az oxigénes rész vegyrokonságának felére (1 egység), miközben az oxigén vegyrokonságának másik fele (egysége) egy hidrogénrészre hat. Ugyanígy és minden esetben, a különböző részek, gyökök és maradékok kölcsönös hatása mellett okvetlenül figyelembe kell venni a különböző elemi részek kémiai kölcsönhatásának (vagy a kémiai kapcsolódásnak) a rendjét, amelynek eredménye egy meghatározott részecske létrejötte lesz. A kölcsönhatás eme rendjét — az elemi részek kémiai kapcsolódásának módját a részecskében — a részecske kémiai szerkezetének nevezhetjük s a tudomány mai állása

* Történelmi vázlat a kémia fejlődéséről az utolsó negyven évben. Butlerov előadásainak sokszorosított kiadása (oroszul).

mellett helyes lesz csak azokat a képleteket *racionális* képleteknek nevezni, amelyek a részecske kémiai szerkezetét fejezik ki.“

Miután Butlerovnak a szerkezetelmélet kifejtését tartalmazó alapvető munkái német fordításban megjelentek, a német és angol kémikusok minden gátlás nélkül kezdték kisajátítani az orosz tudós elméletét. A legvakmerőbb kísérletek történtek arra, hogy a szerkezetelmélet megalkotásának elsőségét a maguk részére kisajátítsák. Buff, német kémikus Butlerov munkájának csaknem szószerinti kifejtésével töltötte meg nagy tankönyvét, de egyetlenegyszer sem hivatkozott a szerzőre. Hasonló jelenségekkel találkozunk az angol tudományos irodalomban is. Így például a Brit Enciklopédia egyáltalán nem említi Butlerov nevét, de a múlt század néhány angol kémikusának szentelt cikkeiben fejt ki a Butlerov könyvéből vett klasszikus képleteket. Amerikában L. Pawling könyve: „A kémiai kötések természete“ azt állítja, hogy a szerkezetelmélet szerzői Kekule von Stradonitz, Cooper és Frankland voltak.

Butlerov már maga is tanúja volt a nyugat-európai tudósok ama törekvéseinek, hogy az orosz tudomány eredményeinek elsőbbségét a maguk részére sajátítsák ki. A kiváló tudós hazafi számára az elsőbbségért folytatott harc nem személyes, hanem közösségi kérdés, a tudós hazafias kötelessége volt. Butlerov éppen ezért külföldre utazott, hogy felvegye a harcot a szerkezetelmélet elsőbbségének kisajátítását célzó kísérletek ellen.

Ki kell emelnünk, hogy Butlerovnak néhány alapgondolata Kekule elgondolásai *ellen* irányult. Kekule úgy vélte, hogy a kémiában nem lehet az atomok térbeli elrendezéséről beszélni. Pedig éppen az atomok térbeli elhelyeződésének különbségében

rejlik a különleges izoméria, az úgynevezett sztereoizoméria oka. Butlerov ezt írta 1863-ban, „Az izoméria néhány esete magyarázatának különböző módjairól“ című cikkében:

„Aligha lehet Kekule ama véleményéhez csatlakozni, amely szerint az atomok térbeli helyzete nem fejezhető ki a papír síkján; hiszen a pontok térbeli helyzetét is matematikai képletekkel fejezik ki és remélhető, hogy a kémiai vegyületek képződését és fennállását irányító törvények is idejében megtalálják matematikai kifejezésüket. Ha az atomok valóban léteznek, akkor nem értem, miért kell hiábavalóknak lenniök a térbeli meghatározásukat célzó összes kísérleteknek... s miért ne tanítana meg a jövő ilyen meghatározások elvégzésére.“

A szerves kémiának a szerkezeti elmélet alapján való rendszeres kifejtését Butlerovnak már többször idézett, 1864-ben Kazánban kiadott könyve: „Bevezetés a szerves kémia alapos tanulmányozásába“ foglalja magában. (Mi a második kiadást idéztük.) Butlerov, miközben ezen a könyvön dolgozott, egész sor kísérletet is végzett elméletének bebizonyítására. 1868-ban elhagyta Kazánt. A pétervári egyetem D. I. Mendelejev javaslatára a szerves kémia tanszékének rendkívüli tanárává választotta meg. Itt folytatta a szerkezetelmélettel összefüggő kísérleteinek sorozatát. Számos kiváló orosz kémikus nevelkedett Butlerov laboratóriumában.

A nyolcvanas években Butlerov a molekulaszerkezetről mindinkább az atomszerkezetre tért át. „A kémia alapfogalmai“ című brosúrájában (1886) az elemek egységéről és az atomok oszthatóságáról beszél:

„Egyes elemek kémiai összetettsége (noha különleges rendű összetettsége) nem valószínűtlen. Ez

annyit jelent, hogy egyes elemek manapság «atomoknak» nevezett részecskéi lényegében esetleg alávethetők a kémiai felbontásnak, azaz nem természetük szerint, hanem csupán a rendelkezésünkre álló eszközökkel oszthatatlanok s csupán a jelenleg ismeretes vegyi folyamatokban maradnak meg, de oszthatók lesznek a később esetleg felfedezett új folyamatokban.“*

N. D. Zelinszkij így ír Butlerovról:

„A nagy orosz kémikus felbecsülhetetlenül gyarapította a nemzetközi tudományt, segített az emberiségnek behatolni a természet legrejtettebb titkaiba, az anyagi világnak, az anyag szerkezetének és természetének ismeretébe; kutató értelme behatolt a molekula mélyébe s az atomot tette egész kémiai gondolkodásának és kutatásainak alapjává. A Butlerov géniusza által megtermékenyített orosz kémiai tudomány szilárd helyet foglalt el a nemzetközi természettudomány élén.“**

A. M. Butlerov 1881-től kezdve megpróbálta elméletét kísérletileg bizonyítani, de 1886 augusztus 6-án a halál elragadta a munkától.

Már 1871-ben beválasztották a Tudományos Akadémiába. Az Akadémián ő volt a legaktívabb ellenfele a „német pártnak“, amely elkeseredett dühvel válaszolt. Fiának, M. A. Butlerovnak a szavai szerint éppen ez idézte elő apja komoly szívbaját, amely a sírba vitte.

Butlerov heves ellenfele volt a nyugateurópai természettudományban fennálló sovinszta és nacionalista irányzatoknak. A német természettudósok és

* Butlerov: A kémia alapfogalmai 1886. Idézve Danyilov tanár cikkéből. *Priroda* 1936. 9. szám, 115. old. (oroszul).

** Zelinszkij akadémikus: A. M. Butlerov és a jelenkor *Oktyabrij* 1948. 175. old. (oroszul).

orvosok 1861. évi kongresszusáról beszámolva (ezen a kongresszuson olvasták fel „Egy és más az anyag kémiai szerkezetéről“ című értekezését) Butlerov megemlíti, mennyire jellemző a német tudósokra a többi népek tudományos vívmányainak tagadása és azok a nagyhangú frázisok, amelyek a német tudománynak tulajdonítják az idegen felfedezéseket. Butlerov azt mondja, hogy „az ember önkéntelenül is csodálkozik s nem érti, milyen fogalmakat óhajtanak szerzőik ezekbe a frázisokba foglalni; a következő ember ezek után már úgylátszik, nem beszélhet egyszerűen természeti törvényekről, hanem csupán a német természet törvényeiről.“

Butlerov küzdött az orosz tudomány elsőbbségéért. Nagyon jól látta, mennyire idegen dolog a tudománytól a kozmopolitizmus. Megértette, hogy valamennyi nép résztvesz a nemzetközi tudományos fejlődésben s gyarapítja a nemzetközi tudományos gondolkodás ismerettárát. Tudta azt is, hogy ez a hozzájárulás mindegyik nép történelmi fejlődésének sajátos vonásaival függ össze. Butlerov azon volt, hogy Oroszország hozzájárulása a kémiai tudományhoz maximális legyen s büszkén jegyezte meg, hogy a nemzetközi kémiában általános érvényű, fontos törvények fűződnek az orosz tudósok nevéhez. „Orosz, avagy csupán császári Tudományos Akadémia Szt. Pétervárott“ című ismert cikkében, amely 1882-ben a *Ruszy* című hetilap 7. és 8. számában jelent meg, Butlerov a burzsoá-nemesi kozmopolitizmust, az udvari méltóságok hazafiatlan tevékenységét ostorozza és azt mondja, hogy a hajbókolás a külföldi tudomány előtt általában összeférhetetlen a haladó tudományos munkássággal. Egyébként — mutat rá Butlerov — a Tudományos Akadémia légkörét a hajbókolás miazmái hatják át.

„Ezért nagyon távol állt tőlem minden elhamarkodott, külsőségeken alapuló következtetés — írja Butlerov — s csupán a tényekre támaszkodva alkotam képet magamnak az engem körülvevő környezetről. A tények fokozatosan jelentkeztek, s lassan-lassan felhalmozódva nemcsak nem oszlatták el kezdeti kétségeimet, hanem olyan mértékben fedték fel az akadémiai légkör elviselhetetlenségét, amely nehézzé s majdnem lehetetlenné tette a lélekezést. Nem csoda, ha a fulladozó minden erejével a szabad levegőre törekszik és hősies eszközökhöz folyamodik, hogy utat törjön magának. Ilyen eszköz most az én számomra a nyomtatott szó.“

Butlerov a „német párt“-ról s ennek az orosz tudomány tekintélye és érdekei ellen irányuló tevékenységéről beszél cikkében. A külföldi basáskodás gyökereit a Tudományos Akadémia mindenható cári bürokráciájában kell keresni. „A tudós elemek — írta Butlerov — az adminisztráció és kancellária elemeinek vannak kiszolgáltatva.“ „Nem hiába küzdött már Lomonoszov is a kancellária ellen — folytatta Butlerov — nem hiába kért az Akadémiától különválasztott egyetemet s írta meg «Az akadémiai kancellária stb. magatartásának rövid történeté»-t: nem hiába beszélt Ozereckovszkij, Gurjev és Szevasztyjanov 80 évvel ezelőtt «Az Akadémiát romlással és pusztulással fenyegető» jelenségekről. Annak természetesen nyomós okai voltak, hogy Lomonoszov «duhbe gurult» a konferenciával kapcsolatban, s hogy Ozereckovszkij és társai úgy határoztak, hogy feliratot terjesztenek az uralkodó elé. Noha (a híres Euler szavai szerint) kívánatos, hogy az összes többi akadémikus is a lomonoszoviakhoz hasonló eredményeket érjen el, ez a megállapítás mégsem gátolta az Akadémián uralkodó elemeket

abban, hogy Lomonoszov életét megkeserítsék s ezzel kétségkívül sokban akadályozzák a tudós munkásságát. Mennyi időt és energiát pazarolnak el ilyen esetekben terméketlen küzdelemre s mind-
ezt a tudományos foglalkozás kárára. Mindenki tudja ezt, aki saját maga tapasztalta vagy közelről látta a dolgokat.“

Idézzük N. D. Zelinszkij következő megjegyzését Butlerov harcáról:

„A forradalomelőtti Oroszország körülményei között Butlerov harca nem dönthette el az általa felvetett kérdéseket.

Az önkényuralom nem tudta megbocsátani Butlerovnak a reakció elleni küzdelmét. A cári kormány Djeljanov közoktatásügyi miniszter személyében betiltotta azt a társadalmi gyűjtést, amelyet azért indítottak, hogy a nagy tudósnak és hazafinak Kazánban emlékművet állítsanak.

Butlerov hangja azonban, csak úgy mint Lomonoszov, Ozereckovszkij és társaik hangja, végül «meghallgattatott és figyelembe vétetett». A Nagy-Októberi Szocialista Forradalom után, a szovjet hatalom alatt a Tudományos Akadémia igazi népi intézménnyé vált, halálos csapást mértek a Nyugat előtti hajbókolásra és gazdagon felvirágzott a szabad orosz nép szabad tudománya s ez a nép mély tisztelettel övezi Lomonoszov, Butlerov, Mendelejev, Szecsenov, Kovalevszkij, Mecsnyikov nevét.

Lehetetlen rá nem mutatni, mennyire közel állnak hozzánk Butlerov gondolatai és megjegyzései s mennyire megegyeznek a szovjet tudósok jelenlegi nézeteivel és gondolataival a nyugati tudósokkal fennálló kölcsönös kapcsolataikról. A szovjet tudósok megőrzik tudományos alkotó munkájukban

tudományos önállóságukat s nem hajbókolnak a nyugati tudomány képviselői előtt.

Csaknem háromnegyed évszázad telt el Butlerovnak a reakció és a Nyugat előtti hajbókolás ellen vívott küzdelme óta, de ennek a küzdelemnek a története még ma is időszerű és égető kérdés.“



Mendelejev az orosz természettudomány legnagyobb és legjellegzetesebb alakja a reformkort követő korszakban. Mendelejev tevékenysége összhangban állt Oroszországnak az ipari fejlődéssel felmerült új szükségleteivel. A nyersolaj és a szén kiaknázásának és megmunkálásának tudományos megszervezése, az uralvidéki ipar tanulmányozása, a meteorológia, a szakemberek kiképzésének új rendszere, az Orosz Kémiai Társaság megalapítása — mindez nélkülözhetetlen volt a reformkorszak utáni ipar műszaki gyarapításához és fejlesztéséhez. De Mendelejev alkotómunkássága túlnőtt az orosz ipar igényein és lehetőségein. Alkotómunkásságának kiterjedtsége ellentétbe került a forradalomelőtti Oroszországban uralkodó állapotokkal.

Mendelejev mindössze hat évvel volt fiatalabb Butlerovnál, de húsz évvel élte túl. De nemcsak ez az oka annak, hogy a tudomány történetében Mendelejev nevét Butlerov neve mellett említik. Munkáik követték egymást és szervesen kapcsolódnak egymáshoz. Butlerov a szerves kémiát az atomelmélet alapelveire építette fel. Mendelejev betetőzte az atomisztikus kémia klasszikus korszakát s egységes, szerves rendszerbe foglalta a XIX. században az atomelmélet alapján elért felfedezéseket. Forduló-

pont volt ez nem csupán a vegytan, hanem az egész természettudomány fejlődésében.

Dmitrij Ivanovics Mendelev 1834-ben született Szibériában. Egész életén át „szibériai csodabogárnak“, „szibériai filozófusnak“ stb. nevezték. Kortársainak szemében az orosz tudós átfogó alkotóereje egybekapcsolódott Szibéria térségeinek és kincseinek s a szibériaiak energiájának képével. Mendelev szülei nem sokkal az ő születése előtt költöztek Szibériába. Apja, Ivan Pavlovics Mendelev azelőtt a szaratovi gimnázium igazgatója volt. De azt a Magnyickij idejében hallatlan, szabadgondolkodó bünt követte el, hogy a gimnáziumi internátusban szerdán és pénteken a böjttől eltérő étrendet engedélyezett. Ezért áthelyezték Tobolszkba, ahol 1834 január 27-én Mendelev megszületett.

Tobolszkban azidőtájt még dekabristák éltek, akiket I. Miklós száműzött a szibériai vadonba, főként Tobolszkba. (Tobolszk régóta száműzetési hely volt. Ide száműzték a XVIII. század elején Szamojlovics hetmant s később Ragyiscsevet is. Még régebben, a XVII. században Tobolszkba „száműzték“ az uglicsszki harangot, Dmitrij meggyilkolásának tanúját.) A szibériai kereskedőknek és hivatalnokoknak ama része, melyhez D. I. Mendelev szülei is tartoztak, érintkezett a pétervári száműzöttekkel. Mendelev anyja, Marija Dmitrijevna, a Szibériában ismert Kornyilev kereskedő családból származott. Nagyapja gazdag volt, ő alapította az első szibériai nyomdát s újságokat, apja azonban elszegényedett; de egy üveggyára megmaradt Tobolszk közelében.

Ebben a gyárban telt el Dmitrij Ivanovics Mendelev gyermekora. Születése után nemsokára

apjának hályog keletkezett a szemén s megvakult. A család kereset nélkül maradt, Marija Dmitrijevna átvette szüleitől az üveggyárat s odaköltözött a családjával. A gyárban szerzett benyomások később jelentős hatással voltak D. I. Mendelejev világnézetére s munkásságának irányára.

A tobolszki gimnáziumban Mendelejev a földrajzot kedvelte. A távoli országok felfedezésének romantikája élénk visszhangra talált a kis szibériai szívében. A gimnáziumi latin viszont egész életére undorral töltötte el. Ebben az undorban anyja is osztozott. Az akaraterős és művelt szibériai asszony nagy tiszteletet tanusított a természettudományok iránt, de halálos ágyán óvta fiát a „latin önámítás“-tól.

Mendelejev anyja, életének utolsó éveiben hősies küzdelmet folytatott, hogy megmaradt családjáról gondoskodni tudjon. Férje és legidősebb leánya meghalt, legnagyobbik fia Omszkba költözött, a gyár veszteséggel dolgozott s végül leégett. 1850-ben ez a bátor asszony elvitte a kisebbik fiát Pétervárra, végigjárta valamennyi ismerősét, megalázkodott a hivatalnokok előtt, takarékoskodott, mindent megvont magától s végülis elérte, hogy fiát az iskolaév derekán felvették a Pedagógiai Főiskolára.

Ügylát-zik, hogy Mendelejev már a Pedagógiai Főiskolán igyekezett tájékozódást szerezni a kémiai ismeretekben s mélyreható érdeklődést mutatott a természettudomány általános alapjai iránt. Erre emlékeztet Popkov, aki Mendelejev iskolatársa volt a Pedagógiai Főiskolán:

„Kevéssel azután, hogy az intézetbe belépett, összebarátkoztam Dmitrij Ivanovicssal. Meglepett, hogy mennyire kedvelte a tiszta matematikát, noha fizikusnak és kémikusnak készült.“

Mendelejev már diákkorában megírta első munkáját: „A finnországi ortit és pyroxén elemzéséről“, s a főiskola elvégzése után „Az izomorfizmus, összefüggésben a kristályformának az összetételhez való egyéb kapcsolataival“ című művét. Ez az értekezés a szellemi elődje Mendelejev következő munkáinak és a periódusos rendszer megalkotásának. Az izomorfizmus, azaz a kristályformák hasonlósága egyike a vegyi anyagok ama sajátságainak, amelyek leginkább határozhatóak meg közvetlenül. Mendelejev később, a térfogatnak a vegyületek összetételével való kapcsolata mellett, az izomorfizmusban találta meg az alapot az elemek természetes csoportosításához. Mendelejevet már az iskolapadban foglalkoztatta az a gondolat, hogy a kémiát a klasszikus mechanikába foglalja. Ez akkor még csupán bizonytalan irányzat volt. Ez vezette utóbb Mendelejevet a periódusos rendszer felfedezéséhez. Előbb azonban tanulmányoznia és összegeznie kellett a XIX. század atomisztikus felfogásának fejlődését, ezzel foglalkozott miután a főiskolát elvégezte.

1855-ben Mendelejev elvégezte a főiskolát, tanítói állást kapott Szimferopolban. Rövidesen átke-rült Odesszába, ahol a gimnáziumban természetraj-zot tanított és a magiszteri vizsgára készült. A kö-vetkező év tavaszán visszatért Pétervárra, letette a vizsgát és bemutatta értekezését „A fajlagos térfogatokról“. 1857 elején a huszonhárom éves ifjú do-cens (magántanár) lett a pétervári egyetemen s meg-kezdte kémiai előadásait.

Két évvel később kiküldték külföldre. Heidel-bergben megállapodott, Bunsen laboratóriumában kezdett dolgozni, de hamarosan saját laboratóriu-mot rendezett be és önálló kutatásokkal foglalkozott.

Ezeknek a kutatásoknak a során Mendelejev — mint már azelőtt is — igyekezett a kémiát a fizikával és a mechanikával összhangba hozni. „Meg vagyok győződve a kémiai vegyrokonság és a kohéziós erő azonosságáról — írta egyik beszámolójában — s biztosra veszem, hogy a kémiai reakciókkal kapcsolatos kérdések lehetőleg teljes megoldása nem valósítható meg a molekuláris összetartás nagyságának ismerete nélkül; én ezt az oly kevésbé kidolgozott területet választottam szakmámul.“

A pétervári oktatási körzet kurátorának küldött jelentésében Mendelejev még részletesebben tér ki azoknak a tudományos problémáknak a történelmi forrásaira, melyekkel Heidelbergben foglalkozott. „Foglalatosságom főtárgya — írta — a fizikai kémia. Már Newton meg volt győződve arról, hogy a kémiai reakciók oka a kohéziót okozó molekuláris vonzásban és hasonló mechanikai jelenségekben van.“

„A tisztára kémiai felfedezések elválasztották a mai kémiát a fizikától és a mechanikától s egészen különleges tudományt csináltak belőle, de kétségkívül el kell jönnie az időnek, amikor a kémiai vegyrokonságot mechanikai jelenségnek fogják tekinteni, amint a mi számunkra már eljött az ideje annak, hogy a fényt és a hőt hasonló jelenségeknek tartsuk. Én azoknak a kérdéseknek kutatását választottam szakmámul, amelyeknek a megoldása ezt az időt közelebb hozhatja, főleg azért, mert az ilyen foglalatosság újdonsága mellett, lépten-nyomon rengeteg érdekes részletet is szolgáltat. Foglalatosságom első tárgyául több okból a kémiai vegyületek összetartásának meghatározását kellett választanom, vagyis foglalkoznom kellett a testek kapillari-

tásával (hajszálcsövességgével), sűrűségével és kitágulásával.“*

Mendelejev a klasszikus mechanika alapelveit a mikrokozmoszra akarta alkalmazni. E célból meg kellett állapítani a különböző anyagok atomjai és molekulái közötti helyes súlyviszonyokat, s meg kellett találni a viszonylagos atom- és molekulasúlyokat. A fizikai kémia a század közepe táján megoldotta ezt a feladatot.

Cannizzaro az ötvenes évek elején rendszerbe foglalta a molekula- és atomsúlyokra vonatkozó rendkívül szétszórt és ellentétes ismereteket. A karlsruhei nemzetközi kémiai kongresszus idején Cannizzaro munkája széles körben elterjedt és elismerték. Ezen a kongresszuson Mendelejev is jelen volt. A kongresszusról írott levelében Mendelejev hangsúlyozza Cannizzaro munkásságában a fizikai módszerek jelentőségét. Azt írja, hogy Cannizzaro, a részecskék viszonylagos súlyát tanulmányozva, „csupán egy módszert ismer el tökéletesnek. Ampère és Avogadro erre a módszerre utalt Gay-Lussac, Dumas és Mitscherlich munkái alapján; az utóbbi időben ehhez tartották magukat Gerhardt és Laurent is; ez adott új életet napjaink kémiájának. Ez a módszer gázok vagy gőzállapotú testek térfogatának meghatározása, illetve az ebben az állapotban levő testek fajsúlyának meghatározása... A térfogatok törvénye egyszerűségét és azt a kapcsolatot tekintve, melyet a rokon tudományok, a kémia és a fizika között létesít, megérdemli, hogy előnyben részesüljön a részecskék viszonylagos súlya meghatározásának egyéb módszerével szemben. Ez a tör-

* *Mlagyencev és Tiscsenko*: D. I. Mendelejev élete és munkássága. 1938. 226. old. (oroszul).

vény még a következő módon fejezhető ki: a gőzökben és a gázokban a részecskék középpontjának távolsága valamennyi test számára egyforma s csupán a nyomástól és a hőmérséklettől függ. Éppen erre a tételre támaszkodik, a gázokra vonatkozóan a jelenlegi hőtan. Ennek az elfogadásával nem térünk le a kémiai útról, mert mindaz, amit máig tudunk, a részecskéknek a gőz térfogata szerint meghatározott súlya és a testeknek a reakcióba lépő mennyisége között fennálló összhangra mutat. A részecskékre vonatkozó fogalmat megerősítve, könnyű elérni a legkisebb részecskékre (vagy ahogyan itt mindannyian nevezik, atomokra) vonatkozó teljesen pontos fogalmat is.“

A mechanika ilyenformán behatolt az atomok és a molekulák világába. A gázokban és gőzökben a molekulák középpontjai közötti távolság csupán a nyomástól és a hőmérséklettől függ, ezért egyforma nyomás és hőmérséklet mellett a gáz egyenlő térfogata egy és ugyanazon számú molekulát tartalmaz. Ebből következik, hogy ezeknek a térfogatoknak viszonylagos súlyai a molekulák súlyától függenek. A kémia alapvetően fontos adata, az atomsúly, fizikai értékekkel — a gőz vagy a gáz fajsúlyával — kapcsolódik egybe. Mendelejev azonban látta, hogy ez az álláspont közelebb hozza a kémiát a fizikához, de nem semmisíti meg a kémiai törvényszerűségek különlegességét. Az affinitás, (a reakciókban való részvétel) azaz egy alapvető kémiai sajátosság egy fizikai jellegzetességgel, a súllyal kapcsolódik egybe. Meg kell még találni a kémiai sajátságok és az atomsúly közötti összefüggést.

Mendelejev a kiküldetése alatt írt önálló munkáit az anyag molekulái között fennálló kapcsolatoknak szentelte. Tisztázni akarta, hogy milyen erő-

vel vonzzák egymást az anyag molekulái. Ez a vonzás a kohézióban nyilvánul meg. A folyadékok kohéziója megfigyelhető a kapillaritás (hajszálcsöves-ség) jelenségeiben. Miközben a folyadék a hajszálcsövecske falának belső felszínét megnedvesíti, a falhoz tapadó folyadékcseppecskék vonzzák a többi cseppecskéket. Ennek eredményeként a folyadék a csövecskében bizonyos magasságra emelkedik, amely fordított arányban áll a csövecske keresztmetszetével. A folyadék emelkedésének magassága és a csövecske keresztmetszete közötti arányosság együtthatója (koefficiense) minden anyag számára különböző; a változatlan keresztmetszetű csövecskében különböző folyadékok különböző szintekre emelkednek. Azt az értéket, amely megmutatja, mennyire emelkedik az adott folyadék az ilyen hajszálcsövecskében, nevezte Mendelejev összetartási (kohéziós) koefficiensnek (együtthatónak).

Az összetartási együttható a hőmérséklet növelésével csökken s a hajszálcsövesség jelensége végülis teljesen megszűnik. A folyadék részecskéi közötti összetartás eltűnik s a folyadék gőzzé változik át.

Mindezeknek a kutatásoknak legfőbb célja a molekuláris mechanika megalkotása volt.

„A folyadék hajszálcsövessége és fajsúlya terén általam végzett kutatások főcélja, amint ezt első cikkemben már megmondtam, a molekuláris mechanika számára szükséges anyag összegyűjtése volt“ — írta Mendelejev.

1861-ben Mendelejev visszatért Pétervárra, megkezdte szerves kémiai előadásait, majd megkapta a kémiai-technológiai tanszéket s végül 1867-ben az általános kémia tanára lett a pétervári egyetemen. Néhány évtizeden át az egyetem volt Mendelejev

egész munkásságának a központja. Itt jutott el, az egyetemi oktatásra készülve, a periódusos rendszerhez. Híres könyvében, „A kémia alapjai“-n is dolgozott. Rendszerbe akarta foglalni az elszigetelt kémiai ismereteket. Szilárdan meg volt győződve arról, hogy a kémiai egyesülésnek az atomok gravitációs sajátságain kell alapulnia. Mendelejev a kémiai elemeket atomsúlyuk szerint osztotta be. Rövidesen észrevette, hogy a növekedő atomsúlyok szerint beosztott elemek megváltoztatják vegyi sajátságaikat, olyanformán, hogy minden hetedik, vagy tizenyolcadik elem vegyi sajátságai megismétlődnek. Később majd visszatérünk a periódusos rendszer tartalmára és elméleti forrásaira. Most azonban csak Mendelejev elbeszélésére szorítkozunk: hogyan fedezte fel a periódusos rendszert.

„Erőimet az anyag tanulmányozásának szenteltem — írja Mendelejev — és két jelentős ismertetőjelet találtam: a teret elfoglaló, tehát a kiterjedésben, s mindennél világosabban és reálisabban a súlyban megnyilvánuló tömeget, valamint a vegyi átalakulásokban kifejezett s mindennél világosabban a kémiai elemek fogalmában körülírt egyediséget. Mikor az ember az anyagra gondol — anélkül, hogy az anyag atomjait figyelembe venné — bármekkora és bármilyenek is az adott anyagok, amelyeknek a fogalmak megfelelnek, az én számomra két kérdés elkerülhetetlen: a tömeg és a kémiai elemek kérdése. Az anyagokra vonatkozó tudomány — vagyis a kémia — története viszont akaratlanul is nemcsak a tömeg, hanem a kémiai elemek folytonossága elismerésének követeléséhez vezet. Ezért önkénytelenül is felmerül az a gondolat, hogy a tömeg és a kémiai elemek között okvetlenül összefüggésnek kell lennie, mivel pedig az anyag tömege, ha

nem is abszolút, de legalább is viszonylagos módon az atomok képében fejeződik ki véglegesen, tehát a funkcionális összhangot az elemek egyéni sajátosságai és atomsúlyaik között kell keresni. Akár gombát keres azonban az ember, akár valamilyen függőségi viszonyt, egyaránt szemlélődnie és próbálgatnia kell. Így kezdtem én is, külön kártyákra felírtam az elemeket atomsúlyukkal és gyökeres sajátosságaikkal és megfelelően elrendeztem a hasonló elemeket s az egymáshoz közelálló atomsúlyokat s ez hamarosan arra a következtetésre késztetett, hogy az elemek sajátossága atomsúlyuktól való periódikus függőségükben áll; eközben sok homályos részlet tekintetében kétségeim voltak, de egy percig sem kételkedtem következtetésem általános érvényében, minthogy lehetetlen volt véletlenséget feltételezni.“

Mendelejev ezt megelőzően más fizikai és kémiai problémák kutatásával is foglalkozott. 1865-ben megírta doktori értekezését „Az alkoholnak vízzel alkotott vegyületeiről“, amelyben az oldatok hidrát-elméletét védelmezi. Az oldatok hidrát-elméletét „kémiai“-nak nevezik, mert az oldatot az oldó és a feloldandó test közötti kölcsönös kémiai hatás eredményének tekinti. Ezzel ellentétben az oldatok „fizikai“ elmélete azt állítja, hogy a feloldandó anyag egyszerűen felaprózódik az oldó elfoglalta térfogatban. Mendelejev a kémiai elméletet védelmezte, de ugyanakkor tág teret hagyott az oldatokra vonatkozó fizikai felfogásnak is s „A kémia alapjai“-ban később ezt írta:

„Az oldatok két említett elmélete s azok a hipotézisek, amelyeket mindmáig az oldatok vizsgálatához fűznek, noha részben különböző és hasonló pontokat is foglalnak magukban, idővel minden két-

séget kizáróan s minden valószínűség szerint az adatok általános elméletéhez fognak vezetni, mert az általános törvények irányítják mind a fizikai, mind a kémiai jelenségeket.“

A kémiai jelenségek fizikai megközelítésének összeegyeztetése annak az elismerésével, hogy a vegyi törvényszerűségek nem sorolhatók be az egyszerű mechanikai kategóriákba, jellemzi Mendelejev egész tudományos világnézetét. Ebből fakadt tudományos érdeklődésének különfélesége is. Mendelejev kidolgozott, tisztára kémiai, valamint tisztára fizikai problémákat és számos közbenső problémát is. Már mondtuk, milyen jelentőséget tulajdonított a molekuláris mechanika kidolgozásának. A gázelmélet volt a molekulaelmélet klasszikus alapja s Mendelejev a hetvenes években, a periódusos rendszer kifejtése és „A kémia alapjai“-nak befejezése után visszatért a gázok rugalmasságával foglalkozó fizikai kutatásokhoz. A légnyomást tanulmányozva rendkívül érzékeny, a higanyosnál 16-szor érzékenyebb differenciális barométert szerkesztett.

A gázok elméletének kidolgozásával függnek össze Mendelejev meteorológiai kutatásai is. Mendelejev megértette, hogy a magas légrétegek döntő befolyást gyakorolnak az időjárásra s „az időjárás nagy laboratóriumai“-nak nevezte ezeket a rétegeket.

Mendelejev érdeklődött a léghajózás problémái iránt is. A felső légköri rétegek kutatása azért vonzotta, mert egyrészt azt remélte, hogy itt találja meg a világűrbeli éter titkának megfejtését, másrészt pedig, mert a lángész történelmi előrelátásával úgy gondolta, hogy a légi közlekedés óriási gazdasági és kulturális kilátásokat nyit meg Oroszország előtt.

Az orosz természettudósok és orvosok VI. kongresszusán mondott beszédében Mendelejev megemlékezett az orosz tudomány nemzeti feladatairól. „Ideje meggondolnunk azt, hogy szolgálnunk kell annak az országnak a szükségleteit, amelyben élünk és dolgozunk. A nemzetközi tudomány javára dolgozva, természetesen adózunk hazánknek is. De hazánknek megvannak a saját, honi szükségletei... Így fogunk tehát dolgozni, nehogy valaha azt mondják: egybegyültek, megvitatták a tudomány egyetemes érdekeit, de a közelit, az ismereteket, amivel az országnak közvetlen hasznát hajthatták volna, nem látták... Hadd tudják meg Oroszországban, hogy a természettudósok nem skolasztikusok, hanem teljesítik kötelességüket a haza iránt...”

Mendelejev hazafisága volt tudományos tervei gyakorlati irányításának a mozgató ereje.

Mendelejev legjelentősebb gyakorlati tervei a nyersolajipart érintették. Már a hatvanas években munkához látott a nyersolaj és a nyersolajipar területén. Alapgondolata: a nyersolajnak értékes termékekké való feldolgozása. „Fűteni bankjegyekkel is lehet” — mondotta Mendelejev, hangsúlyozva a feldolgozatlan nyersolaj elégetésének ésszerűtlenségét. Véleménye szerint nagy nyersolajszállító flottát kellene építeni és olajvezetékét létesíteni Baku és a Fekete-tenger között. A Fekete-tenger partjain kellett volna kifejlődni a nyersolaj-feldolgozó iparnak.

Mendelejev a bakui nyersolaj vegyi összetételét tanulmányozta s felállította a nyersolaj eredetének új elméletét. Azt tanította, hogy a föld méhe nagymennyiségű izzásban levő szenes vasat tartalmaz. A föld mélyébe hatoló víz az izzó szenes vassal találkozáskor, nyersolajat és nyersolajos gázokat alkot.

Ezt az elméletet karbid-elméletnek nevezik. Manapság egy másik elmélet terjedt el leginkább, amely szerint a nyersolaj az állat- és növényvilág maradványaiból keletkezett. A legújabb kutatások azonban teret hagynak annak a lehetőségnek, hogy a föld méhében végbemehetnek olyan vegyi folyamatok is, melyek a Mendelejev által feltételezettekhez hasonlítanak.

A kőszénbányászat terén mindenekelőtt a szén földalatti gázosításának gondolata fűződik Mendelejev nevéhez. Ezt 1888-ban, „A Don partjain nyugvó eljövendő erő” című munkájában hozta először nyilvánosságra. 1899 nyarán az Ural-vidékre utazott s ezután írt a földalatti gázosításról. A Kizelovi körzetben Mendelejev a földalatti égéssel foglalkozott. „A földalatti kőszénrétegek tüzeiről az a véleményem — írta Mendelejev az uralvidéki utazásról készített jelentésében — hogy ezek irányítva felhasználhatók, még pedig úgy, hogy az égés mint a generátorban, azaz kevés levegő hozzájutásával, menjen végbe. A szénnek ekkor oxidálódnia kell s a rétegben „légi” vagy generátorgáznak kell keletkeznie. Ha a szénrétegbe néhány nyílást fúrnak, egyet a levegő bevezetésére, sőt befűtésére, egy másikat pedig az égő gázok kivezetésére, sőt kipréselésére kell kijelölni; ezeket a gázokat azután már könnyű elvezetni, akár nagy távolságokra is, a kohókhoz. Minthogy manapság az éghető gázokkal a regeneratív és rekuperatív Martin-kemencékben magas hőmérsékleteket érnek el, ugyanezekkel a gázokkal gőzgépeket fűtenek, ezek hajtják a legerősebb robbanó motorokat, melyekre dinamógépeket is szerelhetünk. Ha tehát a kőszén földalatti égését irányítani sikerülne, akkor ezzel az eljárással sokat lehetne elérni ipari, főleg pedig kohászati téren. A

kísérleteket mindenekelőtt azokkal a vékony — egy arsinnál vékonyabb — földalatti szénrétegeknek éghető gázzá való átváltoztatásával kellene elkezdni, amelyeket a szokásos eszközökkel nem aknáznak ki.“*

Mendelejev nemcsak felvetette a földalatti gázosítás gondolatát, hanem hosszú időn át kísérleti telepek felállítására is törekedett. Sikerült is neki néhány bányamérnök érdeklődését felkeltenie. 1912-ben, amikor Ramsay cikket írt a földalatti gázosításról, „Szégyeljük magunkat“ címen rövid közlemény jelent meg. A közlemény szerzője ezt írta:

„Ramsay, híres angol kémikus gondolata a kőszénrétegek kiaknázási lehetőségéről a föld méhében történő elégetéssel, mindenfelé nagy érdeklődést keltett s mind a szak-, mind a napi sajtóban a legkülönbözőbb magyarázatokra adott okot.

A közfelfogás szerint Ramsay gondolata feltétlenül lángészre vall... s csupán azt bizonyítja, hogy milyen nagy tudóssal rendelkezik Anglia Ramsay személyében. Boldog ország ez az Anglia s mi, szegény bünösök, nem tehetünk egyebet, minthogy meghajolunk előtte s irigyeljük! De mégis, adjunk helyet ebben a «kérdésben» a következő helyreigazításnak...“

A közlemény idézi Mendelejev munkájának előtünk már ismeretes kivonatát, amely a szén földalatti gázosításának indítványozását foglalja magában. A közlemény a továbbiakban ezt mondja: „Az orosz föld nagy tudósának eme szavai természetesen gyökerében ássák alá Ramsay elsőbbségét abban a kérdésben, hogy új eljárást mutatott az emberiség;

* *Mendelejev*: Az uralvidéki vasipar 1899-ben. 1900. 401. old. (oroszul).

nek a kibányászandó üzemanyag kiaknázására, de szégyenletes és megbélyegző számunkra, hogy oly kevéssé ismerjük saját honfitársaink munkásságát.

Nem a laikusokról beszélek. Tőlük természetesen nem követelhető, hogy részletesen ismerjék Mendelejev valamennyi gondolatát. De hála istennek, életben van még sok tanítványa, számos ember, aki szerencsés volt személyesen ismerni őt. Hogyan lehetséges, hogy ezek az emberek, Ramsay «felfedezéséről» olvasván, nem emlékeztek a csak nemrég elhunyt s hozzájuk közel álló nagy férfiúra?

Bizony, szégyenünkre — fejezi be a szerző — újból és újból ki kell mondanunk a régi igazságot: mindaz, ami a sajátunk, nem kedves számunkra, nem olvassuk nagyjainkat, mert nekünk mindenben csak a külföldi márka kell. Bizony, szégyeljük magunkat!“*

Lenin is rámutatott a földalatti gázosítás általános történelmi jelentőségére. „A technika egyik nagy győzelme“ című cikkében (*Pravda*, 1913 május 4.) Lenin azt írta, hogy ez az eljárás „a szénbányákat szinte óriási desztilláló készülékekké alakítja át a gáz kitermelésére. A gáz működésbe hozza a gázmotorokat, amelyek lehetővé teszik a köszénben rejlő energia *kétszerte nagyobb* kihasználását, mint a gőzgépcknél. A gázmotorok viszont az energiának elektromossággá átváltoztatására szolgálnak, amelyet a technika ma már óriási távolságokra képes átvinni.

A villanyáram ára ilyen technikai forradalom eredményekép a mai árak *egyötödére*, sőt úgy lehet, *egytizedére* csökkenne. Azt a roppant tömegű

* *Zabrodskij*: A filozófia kérdései. 1948. 2. szám 387. old. (oroszul).

emberi munkát, amelyet jelenleg a köszén kibányászására és elszállítására használnak, megtakarítanák. Még a legszegényebb és jelenleg fel nem tárt köszénlelőhelyeket is ki lehetne aknázni. A házak világításának és fűtésének kiadásai rendkívül csökkennének“.*

Lenin sokkal tágabb műszaki és gazdasági távlatot nyit, mint Mendelejev és Ramsay. A földalatti gázosításnak, az új fűtési technikának és a villamosításnak Mendelejev világnézetében foglalt eszméi tárgyilag túlnőnek a kapitalizmus keretein. Ugyanebben a cikkben Lenin megírta, hogy a szocializmusban a gázosítás a munkások millióinak munkáját szabadítaná fel és „lehetővé tenné *valamennyi munkás* számára a munkanapnak 8 óráról, például 7, vagy még kevesebb órára való megrovidítését. Az összes gyárak és vasutak «villamosítása» egészségesebbé teszi a munkafeltételeket, megkíméli a munkások millióit a füsttől, a portól és a piszoktól, meggyorsítja a piszkos, útalatot keltő műhelyek tiszta, világos, emberhez méltó laboratóriummá való átalakítását. Valamennyi lakóház villanyvilágítása és villanyfűtése sokmillió «házi rabszolganőt» kímél meg attól, hogy élete háromnegyed részét a füstös konyhában töltse.

A kapitalizmus technikája minden nappal egyre jobban *túlnő* azokon a társadalmi feltételeken, amelyek a bérabszolgaságra ítélik a dolgozókat.“**

Mendelejev más területeken is felvetett olyan gondolatokat, amelyek meghaladták a tőkés Orosz-

* *Lenin* Művei. 3. kiad. XVI. köt. 368—369. old. (oroszul).

** U. o. 369. old.

országban megvalósítható újítások kereteit. Beszélt a honi szénmedencék (az urali, tulai, razani, kubáni, kutaiszi) fejlesztéséről. A fémkohászat terén híve volt a kevésbé dús bányák kihasználásának s a színesfém-kohászat fokozott növelésének. A vegyi iparban az ukrajnai és kaukázusi sólelőhelyek kisajátítása s a szódaipar gyors fejlesztése mellett foglalt állást. A földművelésben a kísérleti munka úttörője volt, sokat írt a talajjavítókról, a mezőgazdaság gépesítéséről s birtokán eredményes mezőgazdasági kísérleteket végzett.

Mendelejev felvetette az orosz határvidékek kihasználásának messzevezető nemzetgazdasági kérdéseit is. Ezt írta az orosz-japán háború után az Északi-tengeri útról: „Ha annak, ami Csuzimánál odaveszett, csak egytized részét fordították volna a sarkvidék meghódítására, hajóhadunk valószínűleg a Német-tenger és Csuzima elkerülésével eljutott volna Vladivosztokba... A Jeges-óceán meghódítását célul kell kitűzni; ott a jég között sok arany és még sok minden más is van, ez a mi Amerikánk“. Mendelejev a Csendes-óceán orosz partjainak nagy jövőjéről is írt: „A Csendes-óceán partvidékein haladéktalanul és nem sajnálva a pénzt szénbányákat, vasolvasztó kemen céket, feldolgozó üzemeket és hajógyárakat kell felállítanunk, hiszen tudjuk, hogy az emberek maguktól jönnek, ha munka és kereset akad.“

Éppen az, hogy Mendelejev munkássága szoros kapcsolatban volt a gyakorlati élettel, az orosz társadalommal s az egyetemi körökkel, tette őt a Tudományos Akadémia akkori vezetői számára elviselhetetlenné. 1880-ban, amikor Mendelejev már nemzetközi viszonylatban is a tudomány egyik

legismertebb alakja volt, felvételét javasolták a Tudományos Akadémia tagjai sorába. A „német párt“ azonban Mendelejev jelölése ellen foglalt állást. Az Akadémia 1880 november 11-i ülésén Mendelejev jelölését elutasították. Ebben az esetben különösen élesen nyilvánult meg az Akadémián uralkodó népellenes német basáskodás s az Akadémia ellenséges magatartása az orosz társadalom legnépszerűbb tudósával szemben. A Tudományos Akadémia nem engedte be falai közé az orosz tudósok legnagyobbikát, nevezetesen azért, mert Mendelejev munkássága a legszorosabban egybekapcsolódott az orosz tudomány nemzeti gyökereivel, az orosz társadalom széles rétegeivel s az ország gyakorlati szükségeivel.

Az Akadémia döntése éles tiltakozások viharát váltotta ki. Az újságokban számos cikk jelent meg tudósok tollából, többek között Butlerov már említett cikke: „Orosz, avagy csupán császári Tudományos Akadémia“. A *Golosz* (Hang) közölte a legnagyobb orosz kémikusok közös levelét. A Moszkvai Egyetem fizika-matematikai karának tagjai azt írták: „Ez a hír nem érte teljesen váratlanul azokat, akik figyelik annak az intézménynek a működését, amelynek alapszabályai értelmében Oroszország „élenjáró tudós rendjé“-nek kellene lennie. Sok akadémiai választás története szembeötlően megmutatta, hogy ebben az intézményben a tudomány embereinek hangját elnyomja a sötét erők ellentévékenysége; mely irigyen bezárja az Akadémia kapuit az orosz tehetségek előtt.“

„Itt van azonban az ideje az egyenes szókimondásnak, itt az ideje, hogy nevén nevezzük azt, ami helytelen. A tudomány nevében, a népi érzés

nevében, az igazságosság nevében kötelességünknek tartjuk kifejezésre juttatni azt, hogy elítéljük ezt a tudósi kar méltóságával összeférhetetlen s az orosz társadalmat sértő magatartást.“

A *Molva* (Hír) című lap közölte a moszkvai egyetem tanárainak tiltakozását.

Az Orosz Fizikai és Kémiai Társaság tiltakozásában ez állott:

„A Császári Tudományos Akadémia Fizika-Matematikai osztálya 1880 november 11-i ülésén leszavazta azt a javaslatot, hogy D. I. Mendelejevet, az elhunyt N. N. Zinyin helyére az osztály tagjai sorába beválasszák. Az orosz tudomány képviselői között a jelölthöz hasonlót nem találhatunk, érdemei és külföldi hírneve teljesen érthetetlené teszik ezt a leszavazást.

Tekintettel arra, hogy a Tudományos Akadémia Fizika-Matematikai osztályára ismételten nem választották be a legjobb orosz tudósokat, szükségesnek tartjuk a közvélemény figyelmét erre felhívni.“*

Az Orosz Fizikai és Kémiai Társaság felkérte a távollevő kémikusokat, hogy táviratilag csatlakozzanak a tiltakozás aláírásához, Markovnyikov válaszában csatlakozott a tiltakozáshoz, de nem tartotta helyén valónak arra hivatkozni, hogy a külföldi tudósok is elismerik Mendelejev munkásságát. Ezt írta: „Mindaddig, amíg mi magunk nem tartjuk magunkat eléggé tekintélyeseknek az ilyen kérdések eldöntésére, a németek teljes joggal kicsinylik le tudósainkat. Nem a párizsi vagy a berlini akadémiába való jelöltség kérdésében ha-

* *Zabrodszkij*: A filozófia kérdései. 1948. 2. szám. (oroszul).

tározunk, viszont hogy ki méltó az orosz akadémiai tagságra — ez a mi ügyünk.“

Az orosz tudósok érzéseit az Orosz Fizikai és Kémiai Társaságnak A. M. Butlerov elnöklete alatt megtartott ülése juttatta kifejezésre. Ezen az ülésen a Társaság Mendelejevét dísztagjává választotta, mely alkalomból a Társaság a következő üzenetet intézte Mendelejevhez:

„Dmitrij Ivanovics! Az Orosz Kémiai Társaságnak a jelen ülésen megjelent tagjai üdvözlík Önt, mint azt a tudóst, «akihez foghatót az orosz kémia nem tud felmutatni», s mély tiszteletük jeléül az Ön nagy érdemei iránt, amelyeket a kémia fejlesztése körül szerzett, Önt egyhangúan a Fizikai és Kémiai Társaság dísztagjául javasolják.

Ez az üdvözlét és az Ön dísztagságának indítványozása csupán külsőleg kapott ösztönzést a november 11-i ismeretes események előidézte közfelháborodástól, de mindegyikünk már régóta érezte azt az erkölcsi kötelességet, hogy a prófétát a saját hazájában elismerje és megkoronázza.“

Az orosz egyetemek és néhány külföldi tudományos testület tüntetőleg dísztagjukká választották Mendelejevét; Mendelejev egész áradatát kapta a sürgönyöknek, üdvözléteknek és feliratoknak; gyűjtés indult egy Mendelejev nevét viselő ösztöndíj létesítésére, hogy ezzel jutalmazák a legkiválóbb természettudósokat stb.

A reakciós német párt azonban később sem engedte be Mendelejevét az Akadémiára. 1886-ban, Butlerov halála után, a Mendelejevét képviselő Faminčin akadémikus ezt írta beszámolójában az Akadémia elnökének, D. A. Tolsztojnak:

„Mendelejevnek néhány évvel ezelőtt történt leszavazása mind a vegyészet akadémiai képvi-

selőinek, mind a többi orosz vegyészeknek nyilatkozata ellenére, lesújtó hatást keltett az orosz tudósok körében és sajnos, nemcsak csökkentette a rokonszenvet Oroszország legfőbb tudományos intézménye iránt, hanem jelentős mértékben megnyirbálta iránta a régebbi tiszteletet is. Világossá vált, hogy a Mendelejev tanárt leszavazó akadémiai többség nem a jelölt tudós munkájának értékelése és tudományos érdemei, hanem bizonyos idegen szempontok után igazodott. Az orosz tudósok mindmáig nem tudják megbocsátani az Akadémiának ezt a bűnt.“

A kilencvenes években még jobban bezárult a gyűrű. Mendelejev elhagyta az egyetemet. Közvetlen oka ennek Djeljanov gróf, közoktatásügyi miniszterrel történt összeütközése volt. 1890 májusában, az egész Oroszországon végigvonuló s az egyetemi városokat akkoriban magukkal ragadó diákszavargások tetőfokán, a diákok megkérték Mendelejevet, hogy adja át feliratukat a miniszternek. Mendelejev ezt személyesen elvitte a minisztériumba. A diákszavargások megszűntek, de rövidesen kiújultak, mivel a diákok megtudták, hogy a miniszter nem fogadta el feliratukat. Valóban, Mendelejev ezt a következő felírással kapta vissza: „A Közoktatásügyi Miniszter parancsára a mellékelt okmány visszaküldetik Mendelejev tanár, Valóságos Allamtanácsosnak, mivel sem a Miniszternek, sem az Őfelsége a Császár szolgálatában állók bármelyikének nem áll jogában ilyen okmányokat átvenni.“

Mendelejev nyugalomba vonult.

Mendelejev, akit a nemesi méltóságok az Akadémiáról és az egyetemről kiszorítottak, a pénzügyi és ipari körökhöz keresett közeledést. Ez

utóbbiak képviselője, Vüsnegradzskij pénzügyminiszter. kiváló műszaki szakember volt s annakidején Mendelejevvel végezte a Pedagógiai Főiskolát. Vüsnegradzskij kezdeményezésére Mendelejevet meghívták az egységes vámtarifa kidolgozására alakított kormánybizottságba. Mendelejev erre vonatkozó munkája „Észszerű tarifa“ néven jelent meg és részletes leírását tartalmazza az orosz ipar állapotának és kilátásainak a vámkérdésekkel kapcsolatban — igazi evangéliuma a XIX. század vége orosz védővámrendszerének.

A gazdasági kérdésekkel egyidejűleg Mendelejev a katonai hatóságok megbízásából a füstnélküli lőpor problémájával is foglalkozott. Felfedezett egy újfajta nitrocellulózét, az úgynevezett pirokollódiumot s ebből füstnélküli lőport állított elő. Mendelejev lőporával tizenkéthüvelykes ágyúból kísérleti tüzelést végeztek. A lőpor rendkívül használhatónak bizonyult, ami nem gátolta a külföldi tőke előtt hajbókoló cári bürokráciát abban, hogy a megrendeléseket Amerikának juttassa.

1892 novemberében Mendelejevet kinevezték a Mérték Hivatal örévé. Itt összpontosították a metrológiai kutatásokat. A kamara a pénzügyminisztérium vezetése alatt állt. A miniszter Vüsnegradzskij utóda, Sz. J. Vitte volt, akit azidőtájt a polgári bürokrácia képviselőjeként ismertek. Mendelejev kapcsolata azonban a Vitte típusú emberekkel nem lehetett tartós. Mendelejev becsületes, őszinte és lelkes híve volt Oroszország ipari fejlődésének s ami a legfőbb, ettől a fejlődéstől várta a nép életének megjavulását. A burzsoá üzletemberek és magas méltóságok alapos szuperprofitokat, hadiszállításokat s a nép további leigázását várták. A

szakítás már a kilencvenes évek elején megérett. Az 1905. évi forradalom végleg elszakította Mendelejev a cári kormánytól.

Anna Ivanovna Mendelejeva így számol be 1905 január 9-éről:

„Amikor a menet Gaponnal az élén megindult a Téli Palota felé, a beláthatatlan tömeg nemcsak azokat az utcákat lepte el, amelyeken a menet végighaladt, hanem a szomszédosokat is. Mind sápadtan és izgatottan vonultak tova. A gyermekek otthon voltak. Egyszerre csak Dmitrij Ivanovics, aki az utóbbi években jóformán sehová sem járt, behivatta a szolgáját, Mihályt s a kocsiórt küldte. Olyan állapotban volt, hogy nem lehetett kérdést intézni hozzá. A kocsi előállt. Dmitrij Ivanovics elbúcsúzott tőlünk s Mihálylyal elment «valahová». Csak hat óra múlva tértek vissza — mit szenvedtünk ez alatt a hat óra alatt! Mihály elbeszélte, hogy sehol sem engedték őket keresztül s miként cirkáltak különböző sötét utcákon, míg eljutottak a Kamennooosztrov-proszpektre. Vitte házához. Vitte otthon volt és fogadta Dmitrij Ivanovicsot. Dmitrij Ivanovics hazatérve, sápadtan, hallgatagon leakasztotta dolgozószobájában Vitte arcképét, a földön a falhoz támasztotta (azzal, hogy eltakarítsák) s így szólt: „Soha se beszéljék nekem többé erről az emberről!“

Mendelejev 1907-ben halt meg.

*

Alljunk meg Mendelejev világnézetének néhány vonásánál.

Mendelejev a termelőerők és az ismeretek maximális, semmi által sem korlátozott fejlődésé-

nek híve volt. Világnézetének alapja, melyből végeredményben természettudományi nézetei is fakadtak, az oroszországi termelőerők maximális fejlesztését célzó hazafias törekvés volt. Mendelejev valamennyi gazdaságtani munkájában a termelőerők korlátlan fejlesztésének gondolatából indul ki s állandóan ehhez tér vissza. A legkritikusabb, legélesebb formában elveti a malthusi felfogást, amely szerint a lakosság gyorsabban szaporodik mint az élelmicikkek, a lakosság lélekszámának szükség-szerű korlátozásáról stb. Egy hektár föld még a jelenlegi termékek mellett is két embert táplálhat s ezért — számítja ki Mendelejev — legalább nyolc milliárd ember élhet a földön. Számuk jelenleg mindössze 1,6 milliárd. „Következésképpen, manapság semilyen malthusi fantazmagória sem érinti ezt a kérdést; az emberiség nem is hallgat reá s kétségkívül szaporodik.“

„De még a nyolc milliárd sem határ“ — mondja Mendelejev. — A termelékenység korlátlanul nő. A fokozódó népsűrűség nem félemlíti meg Mendelejevet. „Malthus nem látta azt, hogy a tudomány lehetőséget fog találni valamennyi létfeltétel kiszélesítésére, továbbá azt sem, hogy csupán sűrű lakosság és az ipar széleskörű fejlődése mellett fokozód-nak a kulturális igények, fejlődik ki a munka szabadsága s az egész emberiség haladása.“

Mendelejev mindebből az ipar és a városok fejlődésének szükségességét következtette. A termelőerők korlátlan növekedésének kilátásaiból következik a gyáripar növekedésének szükséges-sége. Mendelejev nem egy oldalt szentelt ama reakciós romanticizmus kritikájának, amely a falusi élet bájait dicsőíti s ezekkel a városi „romlottságot“ állítja szembe. Emlékeztet Rousseau eszmé-

nyeire, összehasonlítja ezeket a városokkal szembeni tolsztoji ellenszenvvel és „édeskéseknek és teljesen maradiaknak“ nevezi mindezeket az eszméket.

Mendelejev sokat foglalkozott a nemzetgazdaság kérdéseivel, ez természetesen gazdaságtani és kémiai munkáiban is nyomot hagyott. Állandóan hangsúlyozza a gazdaság régi, patriarchális formáiról a városi gyáriparra való áttérés elkerülhetetlenségét. Érthetők azok az érzések, amelyet a szükségletek korlátozásának, mint az emberi boldogság feltételének hirdetése keltett Mendelejevben. Ennek a propagandának nemcsak hamis erkölcsi oldalát, hanem reakciós társadalmi értelmét is meglátta. „Nem kívánok elmerülni — írja Mendelejev — annak az édeskés gondolatnak a vizsgálatába, amely szerint a «népi jólét» első feltételének a kezdetleges szükségletekkel való megelégedettséget kell tekinteni, azaz e szükségletekből csupán azokat kell megtartani, amelyek elsődleges szükségletek, mint: a táplálék, a ruházat, lakás s bizonyos szellemi igények. Hasonló beszédek hosszú életem folyamán csupán nagyon bonyolult igényű személyektől, mindenekelőtt irodalmároktól hallottam, ám sohasem azoktól az emberektől, akiket átlagosaknak vagy mindennapiaknak szokás nevezni, sem pedig azoktól, akiket pórnépek neveznek.“

Ezzel fején találta a szegyet. Azidőtájt nagyszámú író és újságíró Krisztus bolondját játszotta s azt hirdette, hogy az igények növeléséről le kell mondani. Mendelejev hangsúlyozza az ilyen eszmék utopisztikus és reakciós voltát. „Realista vagyok s számomra a növekvő szükségletek bonyolultsága, melynek kielégítésére a gyárak és üze-

mek annyira szükségesek, ugyanúgy a lakosság lélekszámának szaporodásából (hiszen az egész czzel kezdődött) fejlődött ki természetes módon, mint a művelődés a maga egészében s úgy vélem, hogy azok, akik az «egyszerűséget» prédikálják, borsót hánynak a falra.“

Mendelejev a termelőerők maximális fejlesztésének, a gyáriparra való áttérésnek s az újabb szükségletek törvényszerű növekedésének szempontjából jelölte meg az orosz gazdaság kilátásait.

Mendelejev nem értette meg, hogy technikai és gazdasági tervei meghaladják annak a kereteit, ami a kapitalizmusban lehetséges. A termelőerők fejlődését csak a kapitalizmus feltételei között képzelte el. De Mendelejev még sem hasonlít távolról sem a közönséges burzsoá közgazdászra, akinek a számára a „nép jóléte“, a „kultúra“, a „termelőerők fejlesztése“ csupán a burzsoázia gazdasági és politikai uralmának álnevei. Mendelejev őszintén feltételezte azt, hogy gazdasági programja nem a burzsoázia uralmát szolgálja. Magától értetődik, hogy Mendelejev tudományos és műszaki munkáinak történelmi jelentősége nem ezekben a korlátozott és helytelen gazdasági nézetekben van. Sokkal fontosabbak az ipari fejlődés tudományos és kulturális előfeltételeire vonatkozó elgondolásai. Mendelejev állandóan hangsúlyozza azt, hogy az ipari fejlődés elválaszthatatlanul összefügg a tudománnyal. „Az ipar a nyersanyagok kitermelésénél s a természeti erők vagy energiák alkalmazásánál felhasználja a tudománynak az igazság keresése közben pusztán kíváncsiságból felfedezett törvényeit, igyekszik minden eszközzel a tudományhoz illeszkedni s annak eszményi céljain felül tisztára reális célokat jelöl ki

számára. Ezért a tudomány úgyszólván barátkozik az iparral s amennyire tudják, együttes erővel gondoskodnak a nép általános jólétéről.“

Bár Mendelevjev tevékenységének alapját az oroszországi termelőerők kifejlesztésére való törekvés alkotja, bizonyos hatással volt világnézetére a forradalmi demokratáknak az elavult társadalmi viszonyok ellen irányuló propagandája is. Az utóbbi időben megtalálták Mendelevjevnek 1861—1862-ből származó naplóit és levelezését, amelyekből kitűnik, hogy milyen nagy érdeklődést mutatott Ilzerzennek a *Kolokol*-ban (Harang) és Csernüsevszkiynek a *Szovremennjyik*-ben (Kortárs) megjelent cikkei iránt.

Mendelevjev ismételten azt állította, hogy a nép sorsának megjavításához a művelődés a legjelentősebb út. „Ahol a tudomány magas fokon áll — írta Mendelevjev — ott nemesak az ember áll magas fokon, hanem előbb-utóbb felhalmozódik az erő és a gazdagság is; ezek különálló csillagképekből már a tudomány egyszerű bolygóivá váltak.“ Mendelevjev emellett megerősítette azt, hogy az orosz nép művelődése elválaszthatatlan az önálló tudományos központok létesítésétől. A tudományos gondolat eme önálló központjai és a felvilágosodás nélkül lehetetlen leküzdeni az ipari és kulturális elmaradottságot, viszont az ország számára ez az elmaradottság jelenti a legnagyobb veszélyt. „Ha az ókorban — írta Mendelevjev — a legkifejezőbb szállóige ez volt: «Jaj a legyőzötteknek!», akkor a jelenkor még hangosabban hirdetheti: «Jaj az elmaradottaknak!» Kissé tovább ezt írja: „Ha Oroszország megértette azt, ami ebben a kihívásban «Jaj az elmaradottaknak!» rejlik, s ha tovább is önállóan akar fejlődni, akkor jobban és

mindenekelőtt idejében gondoskodnia kell arról, hogy kifejlődhessenek a saját Platónjai és Newtonjai s ezt most már nem szabad a véletlenre bízni...“

Mendelejev küzdött az általános, kötelező elemi oktatásnak Oroszországban való bevezetéséért; az oktatás főfeladatának kellett volna lennie, hogy megismertesse az ifjúságot a sajátos orosz kultúrával, nyelvvel és irodalommal. Mendelejev emellett hangsúlyozta, hogy a régi, majdnem egészében a holt nyelvek tanulmányozásán alapuló oktatás káros Oroszországnak. A „reális“ oktatás előharcosa volt. „Saját tudományosan kidolgozott eljárásainkkal kell feldolgoznunk hazánk természeti ajándékait — írta Mendelejev... Erre kell kiképezni sok, a tudományban jártas gyakorlati embert.“

Mendelejev látta, hogy a kiváltságos felsőbb társadalmi rétegek ivadékait megfertőzte a Nyugat előtti hajbókolás s képtelenek az orosz kultúra önálló fejlődését biztosítani. Ezért beszélt annak a szükségességéről, hogy a dolgozókat nagyszámban felvegyék a felsőbb iskolákba. Ezt írta: „Nálunk (azt hiszem nagyobb mértékben, mint bárhol másutt) nagyon sok tehetséges fiatal van éppen a legszegényebb társadalmi osztályokban. Ezek közelebb állanak a természethez s a való élethez, mint a jómódú szülők gyermekei. Ez már az első orosz tudósnek, Lomonoszovnak a példájából is kitűnik. Nagy szükségünk van képzett s az egész oroszországi természetet, azaz az egész orosz valóságot közletről ismerő emberekre, hogy országunk fejlesztése terén valóban önálló, nem pedig másokat utánzó lépéseket tehessünk.“

Természetesen a polgári felvilágosodás leg-

haladóbb harcosai, köztük Mendelejev, sem látták s nem is láthatták, hogy csak a munkásosztály forradalmi harca s a kizsákmányolók megdöntése teremti meg a feltételeket a nép igazi művelődéséhez.

Mendelejev technikai és gazdasági munkáinak vezető gondolatából — a végtelen, semmi által sem korlátozott tudományos műszaki haladás eszméjéből — következik nála a megismerés metafizikai határainak elnemismerése, a tudományról, mint az objektív igazsághoz való végtelen, fokozatos közeledésről alkotott fogalma, valamint a tudományos fogalmak objektív igazságára s a tudomány tárgyának valóságára vonatkozó meggyőződése.

Mendelejev világnézetének materialista vonásai közvetlenül hazafiságából s az ország termelőerőinek maximális, semmivel sem korlátozott fejlesztését célzó törekvéseiből következtek. Mendelejev azt írta, hogy a tudomány „a valóságból, a realitásból“ indul ki. Nála nyomát sem találjuk annak a gondolatnak, hogy a tudomány „a kísérlet megszervezése“. Utal arra, hogy a tudományos tételek, amennyiben a megfigyelés és a kísérlet megerősíti őket, megfelelnek az objektív valóságnak. Mendelejev szilárdan meg volt győződve arról, hogy gondolat anyag nélkül és a mozgás anyag nélkül lehetetlen. A mozgást anyag nélkül — a „fizikai“ idealizmus eme zászlaját — Mendelejev teljes határozottsággal elveti. „Minthogy azonban anyagokat mozgás, legalább is rejtett mozgás vagy energia nélkül nem ismerünk, éppen úgy, ha nem kapcsoljuk az anyag fogalmához őket, az erő, a mozgás, az energia is kisiklik a megértésnek és az induktív tanulmányozásnak bármilyen lehető-

sége alól, nyilvánvaló, hogy magának az anyagnak a fogalma sem választható el a tanulmányozás többi alapvető kategóriáinak fogalmaitól.“*

Mendelejev azonban tagadta azt, hogy a világ egysége természettudományi kategóriákkal, többek között az egységes anyag fogalmával kifejezhető. Ezért nem tűzte maga elé tudatos formában azt a feladatot, hogy a világ egységének fizikai alapját kutassa. Mitöbb, Mendelejev elvetette ezt a gondolatot. Szerinte a tömeg és az atomsúly a vegyi folyamatok fizikai magyarázatának utolsó kategóriái voltak. Mendelejev az atomsúlyok növekedése szerint osztotta be az elemeket s eljutott a periodusos rendszerig, de nem ment tovább. Az atomot felbontani, kimutatni azt, hogy a különböző elemek atomjaiban ugyanazok a legapróbb, diszkrét anyagrészecskék vannak — erre Mendelejev nem törekedett. Azt írta, hogy „az atomok felbontását nem annyira metafizikai, mint metakémiai fogalomnak kell tartani.“

Még a kilencvenes és kilencszázas évek felfedezései sem változtatták meg Mendelejev nézeteit. „A kémia alapjai“ hetedik kiadásának előszavában ezt írta: „...Minél többet foglalkoztam a vegyi elemek természetével, annál erősebben tértem el mind az elsődleges anyagra vonatkozó klasszikus fogalomtól, mind attól a reménytől, hogy az elektromos és fénytani jelenségek kívánt megismerését elérjem s mindig biztosabban és világosabban ébredtem a tudatára annak, hogy ezt megelőzően először a „tömeg“-ről és az „éter“-ről kell a jelenleginél realisabb fogalmat nyernem.

* *Mendelejev: Válogatott művei. II. kot. 384. old. (oroszul).*

Az elektrokémiahoz való visszatérés — amely oly világosan megmutatkozik az „elektrolitos disszociáció“ hipotézisének követőinél — s az atomok „elektronokra“ való felbomlásának elismerése, nézetem szerint, csak bizonyítja és egyáltalán nem magyarázza meg azt a Lavoisier kora óta reális kérdést: az anyagok kémiai átalakulását, amely az egyszerű testek elemi, megmérhető és megváltozhatatlan atomjainak elismeréséhez vezet. A tömeg meghatározásában megtalálták az eszközt a tájékozódás és az anyagok kémiai alakulásainak elsajátítására, az atomokig való eljutásra, az atomok tömege pedig, a periodusos törvény szerint, hatékonyan mutatkozott valamennyi gyökeres vegyi sajátságukra.“*

A periodusos törvény felfedezésének alapja Mendelejevnek a természeti erők egységére vonatkozó meggyőződése volt. „A periodusos törvény lényege a természeti erők összhangjának, alakíthatóságának és egyenértékűségének általános fizika-matematikai elvében rejlik“ — írta Mendelejev. „Az anyag tömegétől közvetlenül függ a nehézségi erő, a közeli távolságokban ható vonzás és sok egyéb jelenség. Nem szabad azt gondolni, hogy a kémiai erők nem függenek a tömegtől. A függőség megmutatkozik, mivel az egyszerű és összetett testek sajátságait az őket alkotó atomok tömege határozza meg.“**

Mendelejev a következő szavakba foglalja a periodusos törvényt: „*De az atomok sajátságait főképpen ugyancsak tömegük vagy súlyuk hatá-*

* Mendelejev: Válogatott művei. II. köt. 257. old. (oroszul).

** U. o. 262—263. old.

rozsa meg s a sajátságok a tömeggel és a súllyal periodikus összefüggésben állnak. A sajátságok a tömeg növekedéséhez mértén először egymásután és szabályosan megváltoznak, majd visszatérnek az eredetiekhez s ismét megindul a sajátságok megváltozásának újabb, az előbbihez hasonló periodusa.“*

Az elemeket a következőképpen osztotta be a táblázaton: kártyákra írta mindegyik elem nevét és atomsúlyát, majd a kártyákat maga elé rakta, a legkönnyebb elemmel, a hidrogénnel kezdte s egy nehéz fémmel, az uránnal végezte be, melynek atomja a hidrogén atomjánál kereken 238-szor nehezebb. Mendelejev észrevette, hogy ha mindezeket a kártyákat sorrendbe szedi, akkor az elemek kémiai sajátságai minden hetedik számmal megismétlődnek. Később kiderült, hogy nem minden hetedik, hanem nyolcadik elemnél kezdődik új periódus. Így a harmadik elem a lithium a tizenegyedikre a nátriumra, a tizenkilencedikre a káliumra stb. hasonlít. Ezek az anyagok hasonlítanak egymásra azon képességükben, hogy az oxigénnél egyesülnek, sőt külső ismertetőjeleik is hasonlóak. Így a táblázat negyedik eleme, a beryllium hasonló a tizenhetedikhez a magnéziumhoz és a huszadikhoz, a kalciumhoz. Mendelejev, hogy világosabban lássa ezt a hasonlóságot, táblázatot készített a kártyákon feltüntetett elemekről. Ez a táblázat a későbbi felfedezések módosította alakjában hét vízszintes sorból (periodusból) áll. Mindegyik sorban (periodusban) nyolc elem van, azután kezdődik a következő sor. A nyolc függő-

* *Mendelejev*: A kémia alapjai. 12. kiad. II. köt. 262—263. old. (oroszul).

leges oszlop egyesíti a hasonló vegyi sajátságokkal bíró elemeket.

Ha a Mendelejev-féle táblázatot nézzük, azt látjuk, hogy a rendszám növekedésénél (vagyis az egyik elemről a másikra való áttérésnél) az atomsúly is növekedik, ha nem is olyan szabályosan, a kémiai sajátságok pedig periodikusan megismétlődnek. Periodikusan változik a más elemekkel való egyesülés képessége, a polározó képesség, a kristálykémiai sajátságok és az elemeknek sok más alapvető vegyi vonása.

Mendelejev annyira meg volt győződve az általa felfedezett törvény helyességéről, hogy ennek alapján helyesbítette tíz elem atomsúlyát, amelyeknek addig leírt téves atomsúlyai a periodicitást zavarták. Továbbá, a periodicitás érdekében ugyanilyen merészséggel egész sor esetben meg kellett bontania az atomsúlyok növekedési rendjét s a könnyebb nikkelt elé állítania a nehezebb kobaltot, a jód elé a tellurt s később a kálium elé az argont. Végül, ami a legmeglepőbb, Mendelejev egész sor fel nem fedezett elemet vett fel táblázatába, melyeket a táblázat üres helyein tüntetett fel. A táblázatban, ugyanazon csoport magasabban és alacsonyabban álló hasonló elemeinek sajátságai alapján előre megmondta ezeknek az elemeknek összes főbb sajátságait s előzetesen nevet is adott nekik.

A mély meggyőződés a periodusos rendszer objektív helyességéről s a lángész tudományos merészsége vezették Mendelejevet a periodicitásnak ellentmondó atomsúlyok helyesbítéséhez és a még fel nem fedezett elemek megjósolásához. A periodusos rendszer általános érvényességébe vett abszolút meggyőződését szembeállítja L. Me-

yer nézeteivel, aki nem akarta az atomsúlyokat „egy ilyen ingatag kiindulási pont alapján“ helyesbíteni s ezt írja: „Véleményem szerint a periodusos törvény alkotta új *támaszpontot* vagy meg kell erősíteni, vagy vissza kell utasítani. A kísérlet mindenütt igazolta, bárhol történt is ilyen irányú próbálkozás. Ilyen kísérleti ellenőrzés nélkül egyetlenegy természeti törvény sem állhatja meg a helyét. Sem Chancourtois, akinek a franciák a periodusos rendszer felfedezését tulajdonítják, sem Newlands, akit az angolok tolnak előtérbe, sem L. Mayer, akit egyesek a periodusos törvény megalkotójaként emlegettek, nem kockáztatták meg, hogy előre megmondják *a fel nem fedezett* elemek *sajátságait*, megváltoztassák „az elfogadott atomsúlyokat“ s általában új, szigorúan megszabott, mindmáig nem ismert tényekre kiterjeszthető természeti törvénynek tartsák a periodusos törvényt, amint én ezt kezdettől fogva tettem.“*

A nyugateurópai tudomány közvetlenül Mendelejev nagy felfedezése után mintha összeesküdött volna, mély hallgatással fogadta a periodusos rendszert. Brauner ismert cseh kémikus — Mendelejev barátja — az orosz természettudósok és orvosok XI. kongresszusán mondott beszámolójában hangsúlyozta, hogy „a periodusos törvény nagyszerű gondolatát Dmitrij Ivanovics Mendelejev, a nagy szláv család tagja, fejtette ki. Láttam, mennyire nem vetek róla tudomást, minden valószínűség szerint azért, mert egy orosz kémikus nevéhez fűződik... A periodusos rendszer fő gondolatait Liebig évkönyvei VIII. kötetének függelékében szinte vélet-

* *Mendelejev*: A kémia alapjai. I. kiad. II. köt. 263—269. old. (oroszul).

lenül közölték... Viszont a legjelentősebb magyarázatok orosz nyelven, «A kémia alapjai» című könyvben jelentek meg s hétpecsés titkok maradtak Nyugat-Európa számára...”

Rövidesen azonban számos külföldi kémikus a nagy felfedezés elhallgatásáról áttért arra, hogy a felfedezés elsőbbségét német (Lothar Meyer), angol (Newlands), és francia (Chancourtois) tudósoknak tulajdonítsa, akik pedig, mint láttuk, meg sem közelítették a Mendelejev felfedezte általános érvényű természeti törvényt. A dolog lényege az, hogy a kémia további fejlődése Mendelejev periodusos rendszerének diadala volt. 1875-ben felfedezték az első Mendelejev megjósolta elemet. Wurtz a párizsi Tudományos Akadémia szeptember havi ülésén javasolta, hogy nyissák fel azt a borítékot, amelyet egy hónappal azelőtt az Akadémián benyújtottak. A boríték egy jegyzetet tartalmazott, amely szerint 1875 augusztus 27-én Lecoq de Boisbaudran a pireneusi cinkérc spektrumában élénk violaszínű vonalat talált, amely egyik ismert elemnek sem felel meg. Lecoq de Boisbaudran megtisztította a cinkércet, megfigyelte a mind erősebbé váló lila vonalat s végülis egy új elemet kapott, amelyet hazája tiszteletére galliumnak nevezett el.

Mendelejev a Párizsi Akadémia jegyzőkönyveinek vétele után közölte, hogy a gallium véleménye szerint nem egyéb, mint a periodusos rendszerben feltüntetett s még fel nem fedezett ekaalumínium. Emellett rámutatott arra, hogy a gallium (azaz Mendelejev terminológiája szerint az ekaalumínium) fajsúlya bizonyára nem 4,7, amint ezt Lecoq de Boisbaudran meghatározta, hanem 5,6—6,0. Lecoq de Boisbaudran megismételte a kísérleteket s a fém megtisztítása után úgy találta, hogy fajsúlya 5,96-

tal egyenlő. „Úgy vélem — írta — nem szükséges külön rámutatni annak óriási jelentőségére, hogy Mendelejev elméleti következtetései a galliumra vonatkozóan igazolást nyertek.“

„A mennyiség minőségbe való átcsapásáról szóló hegeli törvény öntudatlan alkalmazásával — mondja Engels — Mendelejev olyan tudományos tettet vitt véghez, amely nem kisebb annál, hogy Leverrier kiszámította az akkor még ismeretlen Neptunus-bolygó pályáját.“*

A gallium felfedezése adta az első lökést a periódusos rendszer elismeréséhez. A második a skandium felfedezése volt. Nilson svéd kémikus, aki elsőként talált rá az új elemre, nyomban felismerte, hogy a Mendelejev-féle ekabort találta meg. „Következtetésképpen — így fejezte be a felfedezett anyag sajátságainak leírását — nem fér hozzá kétség, hogy a skandiumban az ekabort fedeztem fel... így tehát a legszemléltetőbb módon igazolódik be a nagy orosz vegyész gondolatainak igazsága. Nemcsak az illető test létezését lehet előre megállapítani, hanem legjelentősebb sajátságait is.“

Harmadsorban az ekaszilícium felfedezése következett. Ezt Winkler fedezte fel Szászországban, 1886-ban, s mint a két előző elemet, ezt is arról az országról nevezték el, amelyben felfedezték. Winkler nem ismerte el azonnal a germániumot a Mendelejev-féle táblázat ekaszilíciumaként. Úgy vélte, hogy az antimónhoz hasonló elemmel van dolga. De közleményének nyilvánosságra hozatala után egyszerre kapott levelet Pétervárról Mendelejevtől, Breslauból Richtertől és Tübingenből Meyertől. Mindhárman megértették: a germánium az ekaszilíciummal azo-

* Engels A természet dialektikája Szikra 1948. 31. old.

nos. Mendelejev annakidején az ckszilícium saját-ságait és lehetséges vegyületeit fejtette ki, mint ezt a többi elemnél tette. Ezért volt a germánium tanulmányozása a periodusos rendszer legteljesebb dadala.

A Mendelejev megjósolta új elemek felfedezése egyúttal történelmi igazolása volt Mendelejev kiindulási eszméinek s a népi ügy hazafias szolgálatának. Itt világosan látható, hogy a tudományos alkotás nemzeti jellege a tudományos munka eredményei nemzetközi jelentőségének a záloga. Miből merítette Mendelejev azt a példátlan merészséget, amely megengedte neki, hogy a még fel sem fedezett elemeket leírja? Abból, hogy egyetlenegy gondolat vezérelte, mely a lángészre jellemző erővel élt benne. Ez a gondolat az emberiség termelőerőinek és ismereteinek maximális, korlátlan fejlesztése, Oroszország erőforrásainak korlátlan fejlesztése és kihasználása, kulturális felvirágzásának s az orosz nép dicsőségének és hatalmának gondolata volt. Ez a nép iránti mélységes szeretet s a vele való bensőséges kapcsolat érzése volt.

Mendelejev számára a tudomány a nép szolgálata. A tudományos gondolkodás nála éppen ezért nem szorítkozhatott a „gazdasági“ elméletek szubjektív megszerkesztésére. A tudomány Mendelejev számára a reális valóság visszatükröződése. Tudta, hogy a kísérleti kutatások megerősítik az elméleti következtetéseket, amelyek a természet lényegébe való mélyreható behatoláson alapszanak. Mendelejev, a gondolatnak megkapó merészségével — amely az orosz tudomány többi vezéralakjának is sajátja — feltételezte, hogy a jövőben sikerül majd az ismeretlen elemeket felfedezni, nevet adott nekik s leírta saját-ságaikat. A nyugateurópai tudósok, akik a

vegyi elemek sajátosságainak periodicitását észrevették, nem voltak képesek ilyen messzire menni, mert elméleti gondolkodásukban ehhez nem volt elég lendület, merészség. Ezzel magyarázható, hogy Chancourtois, Newlands és Meyer, akiknek a nyugat-európai tudománytörténet Mendelejevvel egysorban a periodusos törvény felfedezésének dicsőségét tulajdonítja, valójában meg sem közelítették ezt a feladatot. Nem láttak a periodusos törvényben egyetemes és általános érvényű természeti törvényt, amelynek alapján a még fel nem fedezett elemek létezése és sajátosságaik előreláthatók. Mendelejev gondolatának merészsége abból a meggyőződésből fakadt, hogy a tudomány a nagy eszmék, az igazság és a nép hazafias szolgálata. Ez az a mozgató erő, mely nem hagyja félúton megállni az orosz tudomány vezéralakjait, hanem előre viszi őket, nagy és merész vívmányok felé.

A további kémiai felfedezések nemcsak megerősítették, de tovább is fejlesztették a periodusos rendszert. A kilencvenes években egy új elemcsoportot fedeztek fel — nemes gázokat, amelyeket Ramsay munkái után maga Mendelejev vett fel a periodusos táblázatba, s amelyek ott a nulla számmal jelzett csoportot alkották.

A kilencszázas években számos fizikus munkája eredményeként felfedezték az atommag körül keringő elektronok bonyolult képét. Ez a kép tükrözi vissza a periodusos rendszer fizikai magyarázatát. Napjainkban az atomfizika alapvető irányzatai egymást követve fedik fel és konkretizálják a lángeszű orosz kémikus által felfedezett periodusos rendszer lényegét. A jelenlegi elektronfizika a periodusos törvényre épül fel. A döntő jelentőségű érték egyébként nem az atomsúly, hanem az elemnek a

Mendelev-féle táblázatban feltüntetett rendszáma. Ezzel a rendszámmal megegyezik a negatív töltések — az atommag körül keringő elektronok — száma. Minthogy az elektronok számának növekedésével — a táblázat egyik eleméről a másikra való áttérésnél — a külső pályán keringő elektronok száma periodikusan azonos lesz, a külső elektronoktól függő vegyi sajátságok is periodikusan ismétlődnek. Ugyanennek a rendszámnak megfelel az atommagban összpontosuló pozitív töltések száma is. De az atomsúly növekedése nem felel meg teljesen a rendszám növekedésének, mivel nemcsak a pozitív töltések, a protonok számától, hanem az atommagban foglalt töltés nélküli neutronoktól is függ.

Mendelev periodusos rendszere ilyenformán nem csupán a klasszikus atomisztikus kémia egész fejlődését foglalta össze, hanem utat tört az anyag modern elméletének is.

*

A kémia tudományának felvirágzásával egyidejűleg továbbfejlődött Oroszországban a fizika is. A kísérleti fizika Oroszországban a XIX. és a XX. század határán érte el legnagyobb fellendülését és világtörténelmi jelentőségű felfedezésekhez vezetett.

Ilyenek többek között az orosz tudósok felfedezései az elektromosság terén: villanyvilágítás (Jablockov, Lodügin), a fotoelektromosság törvényei (Sztoletov), rádió (Popov) s az elektromágneses hullámok nyomása (Lebegyev). Popov és Lebegyev nem a hatvanas évek nemzedékéhez, hanem a következő nemzedékhez tartozott, de tudományos alkotásuk közvetlen eredménye a reformkorszakot követő ipari és eszmei fellendülésnek. Emlékeztetünk né-

hány, az imént említett felfedezésekre vonatkozó tényre.

... Északról jön hozzánk a fény“ — írták hetven évvel ezelőtt a párizsi újságok. Az „orosz fény“-re gondoltak. Így nevezték akkortájt a villanyvilágítást. A Louvre-áruházat, a Chatelet-színházat és az Opera-teret Párizsban Jablocskov „gyertyáival“, a városok világításában alkalmazott első vilamos ívlámpákkal világították ki. Pavel Nyikolajevics Jablocskov (1847—1894) 1876-ban megkapta „gyertyája“ francia szabadalmát. A francia tartományok városi képviselői követték Párizst. Le Havre-ban elhatározták, hogy a kikötőben bevezetik a villanyvilágítást. Angliában kiszámították a Themze-part gáz- és villanyvilágításának viszonylagos előnyét.

Jablocskov 1877-ben megszerezte az orosz szabadalmat, de amikor találmányát az orosz hadügyminisztériumnak felajánlotta, nem kapott választ. Pedig a találmány rendkívül egyszerű megoldás volt. Az elektromos ívlámpáknak volt egy lényeges hátrányuk: amilyen mértékben a szénrudacskák elégték, megnövekedett a köztük levő távolság, az áram végülis megszakadt s az ívfény kialudt. Állandóan szabályozni kellett a szénrudacskák közötti távolságot s elégtésükhöz mértén közelebb kellett tolni őket egymáshoz. Jablocskov kiváló és egyszerű megoldást talált. Ahelyett, hogy a szénrudacskákat egymással szemben, végeikkel egymás felé fordítva helyezte volna el, párhuzamosan rendezte el őket. Két függőlegesen felállított, párhuzamos szénrudacska s köztük a szénnel együtt elégtő szigetelő réteg alkotják Jablocskov gyertyáját. A szénrudacskák végei közt keletkező fényív nem szakad meg,

minthogy a szénrudacskák állandóan egyforma távolságban vannak egymástól.

Első szabadalmi leírásában Jablocskov ezt írta: „A találmány a közönséges villanylámpákban alkalmazott mindennemű mechanizmus kiküszöbölésében áll. Ahelyett, hogy a szénrudacskákat elégésükhöz mértén egy mechanizmus segítségével önműködően egymáshoz közelebb hoznák, én egyszerűen egymás mellé állítom... s olyan szigetelő anyaggal választom el egymástól őket, amely — mint például a kaolin — a szénnel egyidejűleg elég. Az ilymódon elkészített szénrudacskák különleges fajtájú lámpákba helyezhetők. Ha ezután egy elemből vagy valamely más áramfejlesztőből áramot bocsátunk át rajtuk, a szénrudacskák végei között ívfény keletkezik.

Egyenáram alkalmazása esetén, mivel az egyik szénrudacska a másiknál gyorsabban ég el, különböző keresztmetszetű szénrudacskák alkalmazandók, hogy mindkét szénrudacska hosszának állandósága biztosítva legyen. A kis kaolinlemez kétoldalán elhelyezett két szénrudacska helyett kis kaolincsövet is alkalmazhatok, amelyet széncső vesz körül, és benne szénrudacska van elhelyezve.

A lámpa meggyújtásához a szénrudak szabad végeit egy kis szénszalaggal kapcsolom össze, amely az áram keresztülbocsátásánál kezdetben izzásba jön, majd elég = ezzel egyúttal az ívfény is kigyullad.“

A találmányt megelőző kísérleteket Jablocskov Párizsban végezte, ahol 1875—1876 telén tartózkodott. Jablocskov a Quartier Latin-ben telepedett le; találkozott az orosz emigránsokkal, köztük P. L. Lavrovval s barátságot kötött German Lopatyinnal. Jablocskov jóformán minden idejét elektrotechnikai

munkákkal töltötte, de érintkezése az orosz forradami emigrációval lényeges hatással volt világnézetére. Kísérleteit otthon, a szobájában, valamint Breguet ismert műhelyében végezte. 1876 március 23-án megkapta a szabadságot s áprilisban bemutatta találmányát Londonban, a fizikai műszerek kiállításán. A következő évben megindult Jablocskov lámpáinak ipari előállítására.

A villamos ívlámpák száma Európában egyedül az 1877-es év folyamán 80-ról 500-ra emelkedett. Főként az 1878. évi párizsi kiállítás járult hozzá elterjedésükhöz. Azok az oroszok, akik műszaki újdonságokat kívántak látni Párizsban, mint a legérdekesebb elektrotechnikai kiállítási tárggyal, saját honfitársuk találmányával találkoztak. Jablocskov ezt követően meghívást kapott Pétervárra. Szakított az a céggel, amely megkezdte találmányának értékesítését s visszatért hazájába. A péterváriak hamarosan csoportokba verődtek a Lityejnűj és a Basszejnaja utca sarkán, amikor meglátták Jablocskov lakásának villanyfénnel megvilágított ablakait s néhány hónap múlva villanylámpák világították be a Lityejnűj hidat és a Jekatyerinszkaja teret.

Jablocskovnak ahhoz, hogy a villanyvilágítás elterjedését elősegítse, pénzügyi műveletekkel is kellett foglalkoznia. Az anyagi gondok elvonták az alkotó munkától. Senki sem érdeklődött új tervei iránt és sehogy sem tudta ezeket megvalósítani. Manapság még elképzelni is nehéz, hogy milyen nyomorúságos körülmények között dolgoztak az orosz elektrotechnika úttörői. Ezek a körülmények különösen súlyosak voltak Jablocskov számára. Az elektrotechnikai ipar növekedőben volt, de a kapitalizmus keretei erősen korlátozták a technikai haladást. Jablocskov alkotó munkásságát viszont éppen az

jellemzi, hogy állandóan újabb tudományos és technikai felfedezésekre törekedett. Technikai fantáziája nem ismert megállást, sem pihenést, sem megnyugvást. Jabloeskov alkotó munkássága mindössze húsz éven át tartott, de még egy hónapra sem szakadt félbe. Akkor, amikor az elektromos gyertya sikere az egész világ elektrotechnikusait csodálatba ejtette, Jabloeskov már egészen más kutatásokba merült. Ezek közé tartozik egy dinamógép, amelynek nemcsak a fényszolgáltatás volt a rendeltetése.

Élete alkonyán Jabloeskov az elektromos energia távolba való átvitelére szerkesztett gépet és könnyű villanymotorokat épített. Milyen messzemenő tervei voltak, ez abból is látható, hogy a nyolcvanas években villanymotoros repülőgépet tervezett. Akkor még nem voltak sem repülőgépek, sem jó ipari villanymotorok.

Jabloeskov egyik legfőbb érdeme a váltóáram gyakorlati alkalmazása. Ugyancsak ő alkalmazta először az áramfeszültség átalakítására és az energia szétosztására a transzformátort. Oroszországban akkor még nem volt villamosipar és Jabloeskov nem is álmodhatott arról, hogy gépeit hazájában előállítsák. 1880-ban újból elutazott Párizsba. Ott világkiállításra készültek s Jabloeskov az elektrotechnikai találmányok nemzetközi zsürijének volt tagja.

A kiállítás után hihetetlen energiával látott hozzá az elektrotechnika egyik újabb ágának kidolgozásához. Jabloeskov egy hatalmas teljesítőképességű elektrokémiai generátor megalkotására törekedett. Akkoriban, mint jelenleg is, főképpen gőzberendezésekkel hajtott dinamógépekkel fejlesztettek elektromosságot. A fűtőanyag, az üzemanyag kémiai energiája a villanyerőmű kazánjában hőenergiává változik át, a hő átmegy a gőzturbina forgó

kerekének mechanikai energiájába s végül a mechanikai energia a generátorokban elektromos energiává alakul át. Jablocskov azt akarta megvalósítani, hogy az égő szén kémiai energiáját közvetlenül változtassa át az elektromos áram energiájává. Az általa létrehozott „égő“ galván elemben a szén oxidálásakor áram keletkezett, elektromos energia szabadult fel. Jablocskov tízféle ilyen elemet állított össze, némelyekben nátrium oxidálódott.

Természetesen egy tökéletes vállalat sem pénzelte komolyabban a közvetlen villanyáram szolgáltatást célzó kísérleteket. Jablocskovnak nem volt pénze külön laboratóriumra s lakásának egyik szobájában dolgozott az új galvánelemeken. A nátriumos elemek kipróbálása közben robbanás következett be. Jablocskov felesége ezt így beszélte el: „Az ablakok betörték, az egész szoba megtelt gázzal, semmit sem lehetett látni, sem hallani. Jablocskov nem felelt a hívásomra. A gázok nagy mennyiségben húzódtak ki a betört ablakokon s az utcán álló közönség úgy vélte, hogy ég a ház. Tűzriadót adtak le s amikor a tűzoltók megérkeztek, szörnyű perc következett. Kifutottam az utcára s kértem a tűzoltókat, ne zúdítsanak vizet a szobákra, mert akkor újabb robbanás következhetett volna be, mely az egész házat a levegőbe röpíti. A ház tulajdonosa, szintén mérnök, ugyancsak kiszaladt az utcára és szerencsére sikerült meggyőznie a tűzoltókat, hogy ne öntsenek vizet a tüzre. Két hordó homokunk volt tartalékban s mindannyian hozzáfogtak hogy mindent homokkal szórjanak be. Amikor már minden elcsendesült, a laboratórium egyik sarkában megpillantottam Pavel Nyikolajevicsét: majdnem megfulladt, szakálla megperzselődött.“ Ez a robbanás aláásta Jablocskov egészségét. Betetőzte ezt néhány évi

munka a rosszul berendezett, klóros párával teli laboratóriumban. 1893-ban komolyan megbetegedett. Egy szarlatovi vendégfogadó nagy, közös szobájában feküdt s a vízkór fojtogatta. A dívány mellé egy asztalt állítottak s ezen folytatta sietve kísérleteit, hogy még befejezhesse őket. 1894 március 19-én reggel meghalt.

Széleskörű érdeklődése, technikai gondolatainak különfélesége és eredetisége, megállás nélküli, gyors áttérése mind tökéletesebb szerkezetekre, veszületett ellenszenve minden rutinnal és tunyasággal szemben, a modern elektrotechnika alapelveinek megelőzése, mindez Jablocskovot a XIX. század végén az orosz elektrotechnikusok legkimagaslóbb alakjai sorába helyezi.

*

Jablocskov mellett meg kell emlékeznünk A. N. Lodüginről, az izzólámpa feltalálójáról is.

Lodügin 1847-ben született, tanulmányait a kadétiskolában s a mérnökiskolában végezte. Első adódó alkalommal kilépett a katonai szolgálatból s a Pétervári Egyetem hallgatója lett. 1870-ben bemutatta saját szerkesztésű, a levegőnél nehezebb repülőgépezetét. Később a villanyvilágítás iránt kezdett érdeklődni. Lodügin izzólámpája kikerült a laboratórium falai közül először 1873-ban, Pétervárott mutatták be. Lodügin lámpája légmentesen elzárt üveggömb volt. Két rézrudacska közé kisebb széndarabot helyezett, mely az áram áthaladásakor izzásba jött és világított. A levegőt nem szívták ki a lámpából, mert Lodügin feltételezte, hogy égéskor az oxigén hamarabb fogy el, mint a szén. Kitűnt azonban, hogy a lámpa mindössze félóráig világít,

azután kiég. Lodügin ezért később mégis kiszivattyúzta a levegőt lámpáiból.

Lodügin találmánya sokkal korábbi keletű, mint Edison szénszálas lámpái. Mi több, amikor Edison az izzólámpán dolgozni kezdett, már tudott Lodügin eredményeiről. Egy bizonyos Hotyimszkij révén, aki Lodügin lámpáját elhozta Amerikába, már ismerte az új felfedezést. Amikor a „La lumière électrique“ című francia folyóiratban közlemény jelent meg Edison találmányáról, ebben utaltak Lodüginra is, mint aki már előbb felhasználta ugyanazt az elvet. Még Amerikában is, Edison és Swan között kitört szabadalmi vita során a bíróság Lodügin elsőbbségére hivatkozott s mindkét szabadalmat érvénytelenítette.

Úgy alakultak a dolgok, hogy az orosz feltaláló nem csupán e nagy feltalálásának gyakorlati és technikai tökéletesítésével foglalkozott, hanem állandóan újabb és újabb olyan elméleti utakra tért, amelyekből újabb és újabb gyakorlati változtatások keletkeztek. 1890-ben molibdén- és wolfrámszálas lámpát javasolt. Ezeket a találmányokat azonban Amerikában értékesítették. A wolfrámszál szabadalmát a „General Electric Comp.“ amerikai cég vette meg. Ennek nem az volt az oka, mintha az orosz tudósok nem mutattak volna elég érdeklődést az elektrotechnika iránt. Ellenkezőleg, néhány évvel azelőtt, hogy Angliában a parlamenti bizottság megkérdezte Tyndalltól, „hogyan hevítheti a villanyáram forrásául szolgáló gőzgép a platinát az olvadáspontig, mikor a hőmérséklet a tűzkamrában összehasonlíthatatlanul alacsonyabb?“ — jóval azelőtt, hogy az európai tudomány kétkedve fogadta Edison lámpáját — a Pétervári Akadémia Lodüginnek juttatta találmányáért a Lomonoszov-díjat.

A pétervári tudományos körök nagyonis érdeklődtek az izzólámpa iránt. De a cári Oroszország ipara nem adott a feltalálónak sem pénzt, sem laboratóriumot a hosszú kísérleti munkához. Két évvel azután, hogy találmányát kihozta, egy évvel az akadémiai jutalom elnyerése után, Lodügin kénytelen volt az arzenálban szerelőmunkát vállalni. 1884-ben külföldre utazott, előbb Párizsba, majd Amerikába és ott autókat javított, kábelgyárban, vasöntödében stb. dolgozott. Lodügin egészen haláláig nem tudott olyan alkalmazást találni, mely képességeinek megfelelt volna.

x

Az ívlámpák, s még inkább az izzólámpák elterjedése a generátorok további fejlődését vonta maga után. De az elektroenergetikai technika igazán csupán akkor fejlődött ki, amikor meghonosodtak a termelésben az elektromotorok, ezek a generátorokkal lényegileg azonos szerkezetű gépek. Az elektromos energiát a generátorokból a motorokba irányították - az elektromos áram ilyenformán közbenső láncszemmé vált a mechanikai energiának nagy távolságokra való átvitelére.

A mechanikai energiának átváltoztatása elektromos energiává, majd fordított átalakítása hasonló gépekkel a *reverzibilitás elvén* alapul. Lenc felfedezése csírájában magában foglalta az elektromechanika valamennyi további eredményét. Jakobi tizennégy évvel később kimondotta a generátor és a motor szerkezeti azonosságának elvét. D. A. Lacsinov orosz elektrotechnikus (1837—1891) az elsők között volt, akik megértették a reverzibilitás jelentőségét. Az *Elektricsesztvo* című folyóirat első számaiban közölt cikkében Lacsinov kifejti a következő gondola-

tot: az elektromágneses gépek problémáját az energiáról szóló általános tételek alapján kell megoldani, a motor nem adhat többet, mint amennyi a generátorban elhasználódik. De a mechanikai energia átalakítása elektromos energiává és a fordított folyamat mégis messzemenő kilátásokat nyit meg. Lacsinov rámutat arra, hogy az elektromos energia termelése dinamógéppel hússzor olcsóbb lehet a galvánelemekkel való előállításánál s az áram nemcsak a táviró és a galvanoplasztika céljaira, hanem a motorok ellátására is felhasználható.

„A kérdés ebben az utóbbi, rendkívül érdekes esetben különös, meglehetősen eredeti alakot ölt: az egyik pontban gőz- (vagy valamilyen más) erőt használunk fel az elektromos dinamógép forgatására s az így nyert áramot vezeték segítségével a másik, többé-kevésbé távoli pontra vezetjük, ott arra kényszerítjük, hogy a Siemens vagy a Gramme-gépet működésbe hozza, amely végülis elvégzi a szükségelt mechanikai munkát. Az elektromos áram itt tehát *a mechanikai munka elektromosság révén történő átvitelének* formájában jelenik meg. Feltételezve azt, hogy mindkét gép nagyon kedvező feltételek közt működik, arra a következtetésre jutunk, hogy ezzel az eljárással a motor eredeti munkájának 80%-a lesz átvihető. Szokásos feltételek között, amikor nem törekszünk a legelőnyösebb sebesség szerinti legjobb berendezésre, mégis elfogadhatjuk azt, hogy elektromos áram segítségével legalábbis a motor munkájának felét visszük át nagy távolságokra.“

Azoknak az elgondolásoknak, amelyek az energia magasfeszültségű árammal való átvitelét célozták, kitűnő megvalósítása volt az egyenáramnak Csikoljev orosz elektrotechnikus és később,

1883-ban, Deprez által végzett átvitele. Depreztől Engels is megemlékezett Bernsteinnek írott ismeretes levelében. Az elektrotechnika azonban csupán a kilencvenes években, az M. O. Dolivo-Dobrovolszkij orosz mérnök által feltalált korszerű, háromfázisú villanymotor megjelenésével hatolt be széles fronton az ipar energiagazdálkodásába. Dolivo-Dobrovolszkij volt egyébként a váltóáram elektromos átvitelének egyik legelső megvalósítója is.

*

Az ipari elektrotechnika korai korszakát az orosz tudomány fejlődésében Alexandr Grigorjevics Sztoletov munkái képviselik. Ez a korszak az első magneto-elektromos generátorokkal kezdődött, amelyek még nem helyettesíthették a galvánelemeket, ám már az indukált váltóáramot egyenirányították. A következő lépés az első generátorok fejlődésében az elektromágnesekre való áttérés volt. Ezt követően szerkesztettek öngerjesztő gépeket, ekkor tűntek fel a gyűrűs armatúrájú gépek, s végül ezeket a gépeket az energia távolsági átvitelére is alkalmazták.

Sztoletov 1872 elején, néhány évvel az említett gépek megjelenése után, tette közzé doktori értekezését „A lágú vas mágnesezési függvényéről“. Ez az értekezés hosszas kísérleti munka eredménye volt. Sztoletov mágneses térbe helyezte a vasat és megmérte, hogyan változik meg a mágnesezés a mágneses tér megváltoztatásával. Ezt az értéket, amelyet mágneses szuszceptibilitásnak neveznek, Sztoletov mágnesezési függvénynek nevezi. Minél nagyobb ez az érték, annál jobban mágnesesödik a vas az adott mágneses térben. Sztoletov a mágneses

szuszeptibilitásnak a mágneses tértől való függőségét akarta megállapítani. Sikerült kimutatnia azt, hogy a mágneses szuszeptibilitás nem állandó, hogy a mágneses tér növekedésével először lassan, majd gyorsabban növekszik, míg végülis eléri legnagyobb értékét, de ezután, a mágneses tér további növekedésével csökken. Így tehát a mágneses tér bizonyos nagysága mellett a mágneses szuszeptibilitás eléri a maximumot. Sztoletov egy vasgyűrűt használt kísérleteihez, amelyet a gyűrűre tekert vezetéken áthaladó váltóárammal mágnesezett meg. Egy ugyanarra a gyűrűre tekert másik vezetéken galvanométerrel mérhető indukciós áram keletkezett. A galvanométer jelzései lehetővé tették a vas és az elektromos gépek építésére szolgáló egyéb témek mágnesezési lokának meghatározását.

Sztoletov munkái lehetővé tették a generátorok, villanymotorok és transzformátorok adatainak elméleti kiszámítását. „A vas mágnesezési függvénye tanulmányozásának — írta Sztoletov — gyakorlati jelentősége lehet mind az elektromágneses motorok, mind pedig az olyan újfajta magneto-elektromos gépek építésénél és használatánál, amelyekben a vas ideiglenes mágnesezésének van főszerepe (Wilde, Siemens, Ladd stb. készülékei). A vas ideiglenes mágnesezésével kapcsolatos sajátságainak ismerete itt éppen olyan nélkülözhetetlen, mint a gőz sajátságainak ismerete a gőzgép elméletéhez. Csak ennek ismerete esetén nyílik lehetőségünk arra, hogy az ilyen készülék legelőnyösebb megalkotását megítéljük és hatásfokát előre kiszámítsuk.“

Sztoletov második, nagyon jelentékeny munkája a fénynek elektromágneses elméletében központi szerepet játszó „kritikus sebesség“ meghatározásában állott. „A jelen munka tárgyául — írja

Sztoletov bevezetésében — az elektromágneses és elektrosztatikus egységek közötti kapcsolatoknak, annak a V sebességnek a pontos meghatározása szolgál, amely az űrben (vagy a levegőben) az elektromágneses rezgések terjedési sebessége lenne s minden valószínűség szerint ugyanabban a környezetben nem különbözik a fény terjedési sebességétől.“

Az orosz tudós ilyenformán még Hertz előtt (aki az elektromágneses hullámok fennállását kísérletileg bebizonyította) igyekezett kidolgozni a Maxwell-féle elmélet legjelentősebb részeit és kísérleti bizonyítékokat találni a fény és az elektromágneses hullámok közötti összefüggésre.

A fényelektromos jelenség kutatása az elektrodinamika újabb fejezetei szempontjából kiváló fontosságú volt. Sztoletov egy kis cinklemezből és fémhálóból álló műszert készített. A lemez az elem negatív, a háló pedig a pozitív sarkához volt kapcsolva. Az áramkörbe bekapcsolt egy galvanométert is. Amikor ívfény segítségével a hálón át megvilágította a lemezt, a háló és a lemez közötti légtér vezette az elektromosságot s az áramkör zártnak bizonyult. Ezt a jelenséget — a mai terminológia szerint fotoelektromos effektust — Sztoletov aktinoelektromos jelenségnek nevezte. A lemezezske megvilágítását változtatlanul hagyva, Sztoletov növelte az áramkör feszültségét és felfedezte, hogy az elektromosáram kezdetben gyorsan növekedik, majd mind lassabban változik, amíg maximális nagyságát el nem éri. Sztoletov ilyenformán felfedezte a lemezezske adott megvilágításának megfelelő telített áramot. Mai szempontból ennek a jelenségnek a magyarázata a következő: a fémlemezezskeire eső fény hatására elektronok lépnek ki a fémből. Éppen

ebben áll a fotoelektromos hatás. A lemezezske felületéről kilépő elektronok száma a fény erősségétől függ és állandó megvilágításnál nem változik. Az elektródokra kapcsolt feszültség növekedésével a kilépő elektronoknak mind nagyobb része kerül a lemezezskekről a hálóra* s az elektródok közötti térben áthaladó elektronáram erősödni fog. Ha azonban a feszültség olyan fokot ér el, hogy a fény hatására a lemezezskeből kilépő valamennyi elektron eljut a hálóra, akkor a feszültség további növekedése nem növeli az áram erősségét. Ez a maximális áram lesz a telítési áram. Ez tehát jellemzi a lemezezskeből a fény hatására az időegységben kilépő elektronok számát.

Sztoletov eredetileg állandó nyomás mellett kutatta a fotoelektromos jelenségeket. Később a kis lemezt és a hálót üvegedénybe helyezte s kiszivattyúzta ebből az edényből a levegőt. Így szerkesztette meg az első vakuum cellát (az úgynevezett külső fényelektromoshatással működő fotoelemet). Sztoletov a háló és a lemezezske közötti távolságot megváltoztatva, megmérte az áramerősséget s egyidejűleg megváltoztatta az áramkörben a feszültséget is. Kitűnt, hogy az áramerősség az edényben levő gáz meghatározott nyomása mellett éri el a maximumot. Ennek a nyomásnak a nagysága az áramkör különböző feszültségei s a háló és a lemezezske közötti különböző távolságok esetén különböző. Ha a gáznyomást, amely mellett az áram ereje a maximumot eléri, a lemezezske és a háló közötti távolsággal megszorozzuk s ezt a szorzatot az elektródok közötti feszültséggel elosztjuk.

* A háló itt anodként szerepel. — Ford

egy állandó értéket kapunk. Ez az állandó érték „Sztoletov-féle konstans“ néven került be a fizikába.

Meg kell említeni, hogy Sztoletov filozófiai nézeteit tekintve is egyike volt nemzedéke leghaladóbb természettudósainak. Tudatos materialista meggyőződésből indult ki s ő volt az első orosz fizikus, aki állást foglalt Mach idealisztikus ferdítéseivel szemben.

*

Térjünk vissza az elektromágneses rezgések problémájához. A Hertz-féle hullámok gyakorlati alkalmazását A. Sz. Popov kezdte el 1894-ben. Alljunk meg ennek a kiváló tudós-nak, a rádió megalkotójának életrajzánál.

A. Sz. Popov 1859-ben született az Uralban. Tanulmányait a Pétervári Egyetem fizika-matematikai karának matematikai osztályán végezte. Már egyetemi évei alatt csatlakozott az orosz elektrotechnika lelkes híveinek köréhez, akik az *Elektricsesztvo* folyóirat és az „Orosz Technikai Társaság“ 6. szakosztálya körül csoportosultak. V. F. Mitkevics akadémikus írja megemlékezéseiben: „Az *Elektricsesztvo* A. I. Szmirnov lakásán levő szerkesztőségében gyakran összejöttek az orosz elektrotechnika vezető férfiai, sokat beszéltek, tanácskoztak és vitatkoztak a folyóirat ügyeiről, majd a szívélyes és vendéglátó házigazda rendszerint mindenkit meghívott asztalához s teljesen fesztelen légkörben barátságos beszélgetés kezdődött, többnyire a lapot érintő kérdésekről és az elektrotechnika problémáiról. Éppen itt nyílt alkalmam arra, hogy először találkozzam vagy közelebbről megismerkedjem sok kiváló emberrel, akik az elektromosság tanelméleti vagy gyakorlati ágaiban munkálkodtak. Köz-

tük voltak: A. Sz. Popov, V. N. Csikoljev, D. A. Lacsinov, N. G. Jegorov, I. I. Borgman, M. A. Sattyelen, V. K. Lebegyinszkij, A. L. Gersun, A. A. Voronov, N. N. Georgijevszkij, Cs. K. Szkrzsinszkij, Imsenyeckij, s még mások.“

Nem kétséges, hogy éppen az elméleti érdeklődésnek — melyet a technika új ágának fejlődése táplált — ez a légköre elősegítette Popov tudományos tervei megvalósulását, amelyek végülis nagy felfedezéshez vezettek. Ez a felfedezés tehát nem volt véletlen, hanem annak a társadalmi környezetnek a hatása alatt jött létre, melyben Popov nevelkedett és fejlődött.

Popov, miután elvégezte az egyetemet, a tanári fokozat elnyerésére készült. Őt azonban az orosz flotta erejének növelése, az új fizikai felfedezések gyakorlati alkalmazása érdekelte. Előadó lett Kronstadtban, a tisztképző iskola aknaosztályán, ahonnan a kiváló orosz elektrotechnikusok egész raja került ki. Popov hamarosan a flottánál alkalmazott új fizikai felfedezések egyik legnagyobb szakértője lett. Egyik munkatársa, N. N. Georgijevszkij emlékeztetett arra, hogy már a 80-as években „a tengerészeti hatóság a fizikát s főként az elektrotechnikát valamiképpen érintő fontosabb kérdésben nem döntött Popov nélkül. Tekintélyét, amelyet tengerészeti körökben ily gyorsan kivívott, alapos felkészültségén és elméleti ismeretein kívül megmagyarázza az a rokonszenv is, amelyet Popov minden hozzáforduló emberben keltett. Megfontolt volt a reábízott kérdések eldöntésében s mindig kész e kérdések megoldására és megvilágítására“.

Popov később a pétervári Elektrotechnikai Intézet tanára lett. Ott is kitűnt haladó nézeteivel s az 1905. évi forradalom idején, amikor az igaz-

gatói állást választás útján töltötték be, a tanári kar haladó része őt választotta meg erre a tisztségre. De nem sokáig harcolhatott az intézet reakciós védnökei ellen. Az Elektrotechnikai Intézet akkoriban a belügyminisztérium hatáskörébe tartozott s ennek élén Szipjagin, Plehve és Durnovo állottak. A surlódások — egyrészt a hazafias eszméktől áthatott haladó tudósok, másrészt a mindenható cári helytartók között — súlyosan megviselték Popovot, aki az izgalmak következtében 1905 december 31-én (1906 január 13-án) agyvérzést kapott. Az orosz tudományos társadalom jól tudta, hogy Popovot azok az elviselhetetlenül súlyos körülmények vitték a halálba, amelyeket a cári kormány teremtett a haladó tudósok számára.

„Még egy friss sír. Még egy áldozatot ragadott el örökre napjaink könyörtelen molochja — írta G. Ljuboszlavszkij tanár a *Szlovo* (Szó) című újságban 1906 január 7-én. — Alexandr Sztjepanovics Popov... a jelenleg Oroszországban uralkodó elviselhetetlenül nehéz körülmények újabb áldozata“ — kezdte bevezető beszédét az Orosz Fizikai és Kémiai Társaság fizikai osztályának elnökhelyettese, N. A. Gezehusz tanár, amikor január 24-én a Popov emlékezetének szentelt rendkívüli ülést megnyitotta. Az *Elektricsesztvo* folyóiratban közölt nekrológ még nyiltabban ezt mondja: „Alexandr Sztjepanovicsnak nehéz percekkel kellett átélnie... Különösen nyomott hangulatban volt az utóbbi időben, amióta a reakció mindenfelől előretört és többek között a főiskola ellen is fordult. December utolsó napjaiban, az adminisztrációval folytatott kellemetlen tárgyalások után már már rosszul érezte magát s két nap múlva agyvérzésben meghalt.“

Popov nagy felfedezése az az 1894-ben szerkesz-

tett műszer volt, amellyel a távoli elektromos kisüléseket fel lehetett fogni. Elektromágneses rezgések keltésére már alkottak műszert, de a vevő rész nem észlelte a gyenge jelzéseket. Popov ezért fordította figyelmét a távoli kisülések vételére és regisztrálására. 1895 május elején mutatták be a nyilvánosság előtt a műszert, amely egy magas antennából és egy kohererből, azaz fémport tartalmazó csövecskéből állt; midőn a témpor az elektromágneses hullámok hatására elektromos vezetővé vált, átbocsátotta az áramot a távírókészülékbe. A felvevőkészülék reagált a léghori kisülésekre és a „zivatarjelző“ nevet kapta. Egy év múlva, 1896 márciusában, Popov bemutatta a „Heinrich Hertz“ nevet alkotó betűsornak 200 méteres távol-ágra való átvitelét elektromos jelzésekkel. Ez volt az első rádiótávirat. Még egy évvel később rádióösszeköttetést létesített egy tengeren lévő hajó és a part között. 1899—1900 telén rádiótávirat segítségével megmentettek 27 halászt, akiket a zajló jég a Balti-tengerre sodort.

Egy évvel azután, hogy Popov a rádióösszeköttetés felfedezéséről első nyilvános közleményét kiadta és a műszereket bemutatta, pár hónappal az első rádiótávirat átvitele után, Marconi szabadalmat jelentett be Angliában egy olyan készülékre, amely elvileg nem különbözött a Popov által javasolttól. Popov készüléke *akkoriban már ismert volt*. Amikor ez a szabadalom nyilvánosságra került, Popov az *Electrician* című angol folyóirat hasábjain így nyilatkozott: „Marconi készüléke az én zivatarjelző műszerem utánzata.“ Ennek ellenére a Marconi rádióipari társaság vállalati érdekei és a nacionalista irányzatok befolyására kísérletek történtek Popov elsőbbségének elvitatására. Az Orosz

Fizikai és Kémiai Társaság ezért 1908-ban bizottságot alakított ennek az ügynek a kivizsgálására. A bizottság tagjai közé tartozott a két nagy orosz fizikus, O. D. Hvolson és N. G. Jegorov is. A bizottság kikérte a rádióösszeköttetés problémáival azidőtájt foglalkozó legtekintélyesebb szakemberek véleményét. Branly, e problémák ismert francia kutatója, azt válaszolta, hogy „a drótnélküli távíró valójában Popov kísérleteinek eredménye“. A bizottság, miután kimerítő bizonyítékokat gyűjtött Popov felfedezésének tényleges történelemi szerepéről s összehasonlította Popov első közleményének keltét Marconi bejelentésének időpontjával, jegyzőkönyvet tett közzé, amely a következő szavakkal végződött: „A. Sz. Popovot igazság szerint el kell ismerni az elektromos hullámok segítségével működő drótnélküli távíró feltalálójának.“

Popov elsőbbségét sokszorosan elismerték a szabaddalmi perekben hozott bírói döntések s az egész világ tudományos testületeinek és tudományos műszaki sajtójának nyilatkozatai is. Ennek ellenére még manapság is hallani azt a nyilvánvalóan valótlan állítást, amely szerint Marconi a rádiótávirászat megalkotója. Elhangzott ez az állítás azon a nemzetközi kongresszuson is, amelyet az olasz kormány 1947-ben az állítólag Marconitól származó felfedezés fiktív és hazug ötvenéves évfordulója alkalmából hívott egybe.

Popov az elektromágneses hullámok műszaki alkalmazásának területén fejtette ki munkásságát. A hullámok fizikai sajátságait feltáró jelentős kísérleteket ugyancsak Oroszországban végezték: ezek P. N. Lebegyev nagy orosz fizikus nevéhez fűződnek.

Pjotr Nyikolajevics Lebegyev 1866-ban született. Már nagyon korán megnyilvánult a tudomány iránti érdeklődése. Ugyanilyen korán kitűnt mint konstruktőr is. Közeli barátja, A. Eichenwald emlékeztetett arra, hogy Lebegyev „otthon mindenféle anyagból elektromos gépeket készített, kísérleteket végzett velük, főképpen fizikai és elektrotechnikai könyveket olvasott s találmányai is voltak, amelyeket gondosan felrajzolt s magyarázó szöveggel látott el, úgy, hogy ezeket tréfásan «szabadalmaknak» neveztük. Magától értetődik, hogy e «szabadalmak» között sok repülőgép akadt, de voltak dinamógépek, távírókészülékek és ívfényszabályzók is“.

Konstrukciós ügyességét Lebegyev a Műszaki Iskolán fejlesztette tovább. Három évet (1881 ősztől 1887 tavaszáig) a Moszkvai Műszaki Iskolán töltött, majd úgy határozott, hogy fizikus lesz s elvégezte az egyetem fizikai fakultását.

Lebegyev munkássága már ezeitől alkotó jellegű volt. Mint ismeretes, a fény elektromágneses elmélete ezekben az években nyert kísérleti igazolást. A fizika soronlevő feladata az volt, hogy teljes kísérleti bizonyítékát adja a megvilágított felületre nehezedő *fénynyomásnak*.

Lebegyev kutatásaiban 1889—1891-ig arra keres magyarázatot, hogy az üstökösök csóvái miért taszítódnak el a naptól. Ennek a kérdésnek a felvetése F. A. Bregyihin nevéhez fűződik. Bregyihin a hatvanas-hetvenes években adatokat gyűjtött össze a régi és az újabb csillagászati feljegyzésekben megemlített valamennyi élesfényű üstökösről. Több mint negyven üstökös-csóvát tanulmányozott s ezeket három típus szerint osztályozta. Az első típushoz tartozó csóvák hosszúak és egyenesek, a

nappal ellenkező oldalra fordulnak s csupán kissé térnek el ettől az iránytól. Bregyihin kimutatta, hogy a gravitációnál tizenhétszer nagyobb erő taszítja vissza őket a naptól. A második típus csóvái hajlottak, szélesek és jobban eltérnek a nappal ellentétes iránytól. A taszító erő itt mindössze 0,1-szer kisebb a nap részéről ható vonzóerőnél. A harmadik típus rövid és halványabb csóvákából áll s ezek erősen oldalt térnek attól az iránytól, amelyből az üstökös jön. Ezeket a gravitációnál ötszörte kisebb erő taszítja vissza a naptól. Bregyihin egész sor ötletes matematikai eljárás segítségével kiszámította azt az erőt, amely az üstökösök csóvái a naptól visszataszítja. Milyen természetű azonban ez az erő? Ezt a problémát Lebegejev oldotta meg, aki a következőket írta:

„Úgy látszik nagyon fontos felfedezést tettem az égitestek, különösképpen az üstökösök mozgásának elméletében... A felfedezett törvény kiterjed valamennyi égitestre. Közöltem ezt Wienerrel, aki először kijelentette, hogy eszemet vesztettem, de másnap, amikor megértette, miről van szó, nem takarékoskodott szerencsekívánataival. Először erősen feszült idegállapotban voltam, de most, amikor a törvény be van bizonyítva, egyáltalán nem izgulok, részben talán azért -- s ezt nem titkolom — mert általános érvénye, melyet kezdetben nem sejtettem, megdöbbsent, sőt megráz. Az általam felfedezett törvény nem pillanatnyi ötlet műve: csiráit mintegy két év óta hordom magamban. A probléma régóta foglalkoztat, egész szívemből szeretem, úgy, amint elképzelésem szerint a szülők szeretik gyermekeiket.“

Lebegejev is feltételezte — Maxwell nyomdokain — a sugárnyomás létezését s ezzel magya-

rázta az üstökös-csóvák elhajlását. Nemsokára kiejtette elgondolásait arról a nyomásról, amelyet a fénysugarak gyakorolnak a testekre. 1891 júliusában. Strassburgban, felolvasta beszámolóját „A lényt kisugárzó testek taszító erejéről.“ Ebben a beszámolóban kimutatta, hogy a napsugarak nyomása nagyobb térfogatú és sűrűségű testekre, a newtoni gravitációs erőhöz viszonyítva, jelenték-telen. Másként áll a dolog a kisebb térfogatú és sűrűségű testeknél. Ezeknél a napfény nyomása meghaladhatja a vonzóerőt. Éppen ez történik az üstökös-csóvákat alkotó parányi részecskékkel. Ezeket a nap taszítja. Lebegyev a továbbiakban a nap helyett megvizsgál egy kisebb fekete gömböt s mellette egy ugyanilyen másikat. A gömbök a newtoni vonzóerő következtében vonzzák egymást. De mindegyik gömb kisugárzása eltaszítja egyiket a másiktól. Lebegyev kimutatta, hogy 0° hőmérséklet, 10-es sűrűség és 1 mm-es gömbrá-diusz mellett a vonzás kiegyenlítődik a hőkisugár-zás taszító erejével. Kiseb méretek esetén az utóbbi erő meghaladja a kölcsönös vonzást s el-taszítja egymástól a gömböket. A világűben a porszemecskék a newtoni vonzóerőnél egymillió-szor nagyobb erővel taszítják egymást. Sokkalta bonyolultabb a molekulák kisugárzása által elő-idézett taszítás. Lebegyev beszámolója végére hagyja ezt az utóbbi kérdést.

Ez a kérdés később, Lebegyevnek Oroszor-szágba való visszatérése után nyert megoldást.

1891 őszén Lebegyev Moszkvába érkezett s ott Sztoletov segítségével, mint laboratóriumi munkaerő kapott állást a Moszkvai Egyetem fizi-kai laboratóriumában. Szűk, alkalmatlan helyiség volt ez a laboratórium, amelyben alig lehetett ko-

moly tudományos munkát végezni. Az anyagi eszközök is hiányoztak. Lebegyev gyakran emlékeztetett arra, hogyan rendezte be a laboratórium melletti műhelyt. 300 rubelba került s ez az összeg az egyetemen rendkívül soknak számított. Lebegyev számára egyéni tragédiát jelentett az a körülmény, hogy Oroszországban nem voltak különleges kutató laboratóriumok. Az egyetemi oktatás ilyen körülmények között „oktató robot”-tá vált a kísérletezők számára.

„A tanintézetektől való jobbágysági függőség különösen nehéz körülmények közé állítja azt az orosz tudóst, akinek megvan a képessége és szeretne is tisztán tudományos munkát végezni. Ha mi most, február 19-ének évfordulóján, szorongó érzéssel olvastuk a megemlékezést arról, hogyan kínozták a hűbérurak jobbágysorban levő művészeit s kényszerítették őket pl. kerítések befestésére, akkor úgy lehet, utódaink ugyanilyen szorongó érzéssel olvassák majd ötven év múlva a visszaemlékezést arról az oktatási robotról, amelyet a Mendelejevek, Szecsenovok, Sztoletovok s a ma élő nagy orosz tudósok teljesítettek, csak azért, hogy joguk legyen tudományos munkát végezni s megfizessenek azért a lehetőségért, hogy felfedezéseikkel Oroszországnak dicsőséget szerezzenek“ — írta Lebegyev.*

Ilyen nehéz körülmények között folytatta Lebegyev kutatásait, amelyeknek tárgya a szilárd testekre nehezedő fénynyomás volt. Halála előtt, 1911 nyarán írott befejezetlen cikkében („A fénynyomása“) nagyszerű történelmi elemzést ad a fénynyomás elméletének fejlődéséről. A sugárnyo-

* *Lebegyev* Művei. 352—353. old. (oroszul).

más fogalmát először Kepler fejezte ki. A XVII. században a fénynyomást a newtoni optika szellemében a fényrészecskék közvetlen behatásával magyarázták. Az akkoriban felsorolt kísérleti adatok meglehetősen fantasztikusak voltak. Hartsoeker 1696-ban azt állította, hogy a Duna lassabban folyik reggel, amikor a napsugarak a folyása ellen irányulnak, s gyorsabban este, mikor a folyó vizét lefelé nyomják. A XVIII. század derekán De Mairan és Dufay egy vízszintes kis vaskereket készítettek, amelyre függőlegesen könnyű szárnyacskákat szereltek. Fénysugarat bocsátottak a szárnyakra s a kerekecske forogni kezdett (1754). De Mairan és Dufay azonban bámulatos kísérletezői ösztönrel megértették, hogy az adott esetben a levegő egyenlőtlen felmelegedése működik közre. Ugyanerre az eredményre jutott a XIX. század elején Fresnel is, aki egy mozgatható mágneses mutatóhoz erősített könnyű szárnyacskákat (1823). Igen jelentős kísérleteket végzett 1870-ben Crooks, de amint kitűnt, itt is a műszerben visszamaradt gáz molekulái játszottak közre.

A fénynyomás fogalma egyébként szükségszerűen következett a fény elektromágneses elméletéből. Maxwell nemcsak a fénynyomás elméletét dolgozta ki, hanem nagyságát is kiszámította. Lebegyev hozzáfogott ennek az elméletnek a kísérleti bebizonyításához és sikerült neki az, amiben elődei kudarcot vallottak. Fonálra függesztett könnyű szárnyacskákra irányította az ívfény sugarait s a fonál tekeredése nyomán ítélte meg a fénynyomás nagyságát. A műszer számos elmés alkatrésze kiküszöbölte mindazokat az idegen hatásokat, amelyek Lebegyev elődeinek kísérleteinél

a jelenséget meghamisították. Maxwell elmélete teljes kísérleti beigazolást nyert.

Legnehezebb volt a munkáját akadályozó társadalmi viszonyok „idegen befolyásának“ kiküszöbölése. Lebegyevet mindenekelőtt egy különleges kutatólaboratórium hiánya gátolta s emiatt nem szentelhetette magát teljesen a kísérleteknek. A pedagógiai munka és a vizsgák annyira megviselték, hogy megbetegedett. Amikor a vékony fonal, — a műszer legfontosabb része — a kísérletek hevében véletlenül elszakadt, Lebegyev olyan gyenge volt, hogy nem tudott újat készíteni s nyilvánosságra hozta a kísérletek eredményét, anélkül hogy ezeket befejezettnek tekintette volna.

Ez a klasszikus kutatás élénk visszhangot keltett az egész világon. Kelvin Tyimirjazevvel beszélgetve, ezt mondotta: „Ön talán tudja, hogy egész életemben küzdöttem Maxwell ellen és nem ismertem el az ő fénynyomását, de most az Önök Lebegyevje arra kényszerít, hogy behódoljak kísérletei előtt.“*

A fénynyomás hatása a szilárd testekre, melyet Lebegyev 1900-ban fedezett fel, döntő jelentőségű volt a fény elektromágneses elméletére. A kozmikus problémák megoldásához azonban okvetlenül tisztázni kellett a kis sűrűségű gázokra nehezedő fénynyomást is, mivel a fénynyomás éppen a különálló molekulákból álló kis sűrűségű gázoknál haladhatja meg a newtoni vonzóerőt. Ennek a feladatnak a megoldása tíz éven át húzódott s egész sor rendkívül ötletes eljárást dolgoztak ki. Lebegyev műszerében a gáz a fénynyomás követ-

* Tyimirjazev: Tudomány és demokrácia. 44. old. (oroszul).

keztében, forgó mozgásra tett szert s ezt egy kisebb dugattyúra vitte át. A dugattyú kitérése lemérhető volt a dugattyúhoz erősített kis tükörre eső fénysugarak tükörképén. A fény elnyelése a gáz egyenetlen felmelegedését és mozgását idézte elő s ez akadályozta a gázra gyakorolt fénynyomás felfedését és megmérését. Lebegyev elhatározta, hogy hidrogént kever a kísérletre szolgáló gázhoz, mert a hidrogén, jó hővezető lévén, gyorsan kiegyenlíti a gáz hőmérsékletét. Ezeknek a kísérleteknek az eredményeiről Lebegyev 1909-ben, a természettudósok moszkvai kongresszusán számolt be.

Lebegyevnek nem sikerült kikutatnia és meghatározni az egyes molekulákra nehezedő fénynyomást. Jóval később, amikor Wilson kamrája lehetővé tette az egyes korpuszculák közvetlen megfigyelését, Comptonnak sikerül felfedeznie a röntgen- és gamma-sugaraknak az egyes elektronokra gyakorolt nyomását. Kitént, hogy a Lebegyev által megmért fénynyomás nem egyéb, mint átlagos értéke az egyes részecskékre gyakorolt nyomások összességének. A fénynyomás nem vehet fel mindenféle értéket, hanem csupán néhány, adott hullámhosszú sugárzásnál állandó értéket, vagy annak többszörösét.

Térjünk vissza Lebegyev életrajzához.

1911 elején diákzavargások törtek ki a moszkvai egyetemen. A rendőrség benyomult az előadóterembe. Az egyetem tiltakozására a rektornak, A. A. Manuilovnak és helyetteseinek, M. A. Menzbirnek és P. A. Minakovnak eltávolítása volt a felelet. A tiltakozás jeléül 121 tanár és magántanár elhagyta az egyetemet. Köztük volt Lebegyev is.

Tyimirjazev szavai szerint „a moszkvai egyetem minden erőfeszítést megtett, hogy ellenálljon az általános szolgalelkűség szennyes áradatának, amely — nem sok hiányzik ehhez — egy egész nép lelkiismeretét is elnyelheti“.

Az egyetem elhagyása néhány tanár számára csupán politikai karrierjének állomása volt. Lebegyevnek más volt a helyzete. Ő valóban mindent feláldozott a tudós becsülete és méltósága nevében. „Nem tartozott azokhoz, akik ilyen körülmények között haszonnal távoznak a gyakorlati életbe — az ő számára az életnek nem volt értelme tudományos munka nélkül. Tudta azt is, hogy távozásával tanítványait is megfosztja a tudományos munka folytatásától. Élete teljében, nem volt joga nyugdíjra, megtakarított pénze sem lehetett, mert sohasem használta ki a körülötte burjánzó mesebeli honoráriumokat és az álláshalmozást. Elveszített mindent: úgy saját, mint tanítványai tudományos tevékenységének folytatását s elvesztette a saját és a családja pusztá létfenntartásának eszközeit is.“

Tyimirjazev kezdeményezésére a Mertvij Pje-reulok 20. számú házban társadalmi gyűjtés segítségével laboratóriumot rendeztek be Lebegyevnek. majd később ugyancsak társadalmi gyűjtés révén felépítették a Moszkvai Fizikai Intézetet is. Lebegyevnek azonban már nem volt alkalma itt dolgozni. Az 1911. évi események végzetes hatással voltak egészségére. Szívrohamai mind gyakoribbak lettek. Lebegyev 1912 március 14-én halt meg Moszkvában, ugyanabban a házban, amelyben laboratóriuma volt. Alkotóerejének teljében halt meg, mint a negyvennyolcéves Maxwell és a harminchatéves Hertz. Lebegyevet a régi Oroszország

reakciós erői ölték meg. „A sztolipini «lecsendesítés» hulláma eljutott a Moszkvai Egyetemig és örök nyugalomba helyezte Lebegyevet” — írta Tyimirjazev Lebegyevnek szentelt nekrológjában. — „Ez az új áldozat — folytatta tovább — újból és újból emlékezetünkbe idézi az önkényuralommal megbékülni nem kívánó «becsület rabszolgái»-nak sorsát, az «ész és a szív» embereit, amint ezt Puskin magáról s a cári rendszer többi áldozatáról mondotta.” „Elcsendesítették Lebegyevet, elcsendesítették a Moszkvai Egyetemet” — írja keserűen Tyimirjazev s ezekkel a haragos és prófétai szavakkal fejezi be nekrológját: „...Ez az ország, amely már látott egy újjászületést, megéri majd a másodikat is, amikor is az erkölcsi erők túlsúlya a Lebegyevhez hasonló «becsület rabszolgái»-nak oldalán fog megmutatkozni. Az «ész és a szív» emberei számára akkor és csak akkor nyílik majd lehetőség arra, hogy végre élni is tudjanak Oroszországban s ne csak azért születessenek, hogy megtört szívvel meghaljanak.”*

*

A XIX. század második felében valamennyi orosz tudós minden nagyobb természettudományi felfedezésében észrevehető a hatvanas évek ipari és szellemi fellendülésének hatása. A kémiában s különösképpen a kísérleti fizikában könnyű felfedni azt az összefüggést, mely az orosz ipar műszaki fejlődésének eredményei s az orosz tudósoknak azon hazafias törekvése között fennállt, hogy

* Tyimirjazev: Tudomány és demokrácia. 51—52. old. (oroszul).

az ipar technikai és tudományos alapjait fejleszték. Különösen világosan látható ez a törekvés Butlerov, Mendelejev, Markovnyikov stb. alkotó munkásságában. A biológiában különösen élesen kidomborodtak a hatvanas évek nemzedékének társadalmi eszméi, a század második fele nagy forradalmi demokratáinak tevékenysége, valamint Piszarev és Csernüsevszkij közvetlen tanítványainak az a hazafias törekvése, hogy az elnyomás és az önkény mindenfajta formáját és ideológiai támaszát megsemmisítsék. Ez az elhatárolás természetesen némileg feltételes. Butlerov, Mendelejev és Sztoletov materialista eszméi bizonyos mértékben a klasszikus orosz materialista filozófia eszméi hatásainak eredménye volt, amely filozófia szorosan összefüggött a forradalmi-demokratikus társadalmi eszmékkel. Itt a kérdés lényege a mértékben rejlik. A. és V. Kovalevszkij, Meesnyikov alkotásában, még inkább Szeesonovnál, leginkább Tyimirjazevnél találjuk meg a természettudományok és a társadalmi küzdelem közötti összefüggés világos felismerését.

Ezt megmagyarázza a darwinizmus kivételes szerepe a materialista elmélet és a forradalmi-demokratikus társadalmi eszmék megindokolásában. Lüszenko mondotta előadásában, a Lenin Mezőgazdasági Akadémia ülésén:

„Darwin tana felmerülésének első pillanatában nyilvánvalóvá vált, hogy a darwinizmus tudományos materialista magva — az élő természet fejlődéséről szóló elmélet — szöges ellentétben áll a biológiában uralkodó idealizmussal.“

A haladó gondolkodású hazai és külföldi biológusok mindinkább a darwinizmusban látták a tudományos biológia további fejlődésének egyet-

len helyes útját. Erőteljesen védelmükbe vették a darwinizmust az egyház és a tudomány Betson-féle sötét lovagjai vezette reakció támadásai ellen.

„Olyan kiváló darwinista biológusok, mint V. O. Kovalevszkij, I. I. Mecsnyikov, I. M. Szecsenov és — elsősorban — K. A. Tyimirjazev, az igazi tudóst jellemző szenvedéllyel védték és fejlesztették a darwinizmust.“*

A darwinizmus termékeny fejlődése csak a tudatos materialista eszmék alapján volt lehetséges. Eppen ezért volt a társadalomfilozófiai világnézetnek ezidőtájt sokkal nagyobb szerepe a biológiában, mint a természettudomány többi ágaiban. A XIX. század második felének orosz biológiájában, hála a forradalmi demokraták hatásának, termékeny talajra talált a darwinizmus s a tudósok elsajátították annak materialista tartalmát.

A Lenin Mezőgazdasági Akadémia ülészakán, 1948 július—augusztusában, a micsurini biológia képviselőinek egész sora joggal mutatott rá az orosz biológia rendkívül erős materialista hagyományaira. Herzen és Belinszkij eszméi, a következő nemzedék felvilágosítóinak — Csernüsevszkij, Dobroljubov, Piszarev eszméi lelkesítették a XIX. század második felének legkiválóbb orosz biológusait. Az orosz klasszikus filozófia, mely a nép felszabadítását célzó hazafias törekvésből s a forradalmi-demokratikus eszményekből indult ki, megtermékenyítő hatással volt az orosz természettudomány valamennyi ágára, de legfőként a biológiára. Az orosz darwinizmus teremő jellege, a Kovalevszkij fivéreknek, Szecsenovnak, Tyimirja-

* *Lüszenko*: A biológiai tudomány állásáról. Szikra 1948. 9. old.

zevnek, Micsurinnak és Pavlovnak az idealista reakcióval szemben elfoglalt engesztelhetetlen álláspontja az orosz materialista filozófia mélyen felfogott eszméiből fakadt.

Mielőtt tehát áttérnénk azoknak a nagy orosz biológusoknak munkásságára, akik a XIX. század második felében és a XX. század kezdetén éltek, kissé részletesebben kell beszélnünk arról az eszmei légkörről, amelyben felnőttek.

A hatvanas években főképpen a raznocsinyeczek voltak a parasztság reményeinek és követeléseinek kifejezői. Csernüsevszkij volt a hatvanas évek forradalmi-demokratái és filozófusai között a legjelentősebb. Herzenhez hasonlóan ő is a paraszti közösségben látta a társadalom szocialista átalakítását biztosító erőt. Ez helytelen és utópisztikus gondolat. De az, hogy Csernüsevszkij ebben a közösségben hitt, alkalmat adott neki arra, hogy forradalmi propagandát fejtsen ki és felkelésre buzdítson. Ezért volt Csernüsevszkij nem csupán utópista szocialista, hanem egyben igazi forradalmár, igazi demokrata is. Lenin ezt írja: „Csernüsevszkij utópista szocialista volt, aki olyan átmenetről ábrándozott a szocializmus felé, amely a régi, félféudális parasztközösségen át történik, aki nem látta s a múlt század hatvanas éveiben nem is láthatta, hogy csak a kapitalizmus és a proletariátus kifejlődése teremtheti meg a szocializmus megvalósításához szükséges anyagi feltételeket és társadalmi erőket. De nemcsak utópista szocialista volt Csernüsevszkij. Forradalmi demokrata is volt, hatni tudott forradalmi szellemben kora minden politikai eseményére, terjesztve — a cenzúra gátjain és sorompóin át — a parasztforradalom

eszméjét, a tömegek minden régi hatalom megdöntésére irányuló harcának eszméjét.“*

Csernusevszkij hazafias eszméi, nagy hazaszeretete lehetővé tették, hogy ez a nagy demokrata felismerje a felszabadulás forradalmi útját. Csernusevszkijt lelkesítette a társadalom szocialista átalakítására irányuló forradalmi törekvés. Állást foglalt az idealista filozófia ellen, amelynek segítségével az uralkodóosztályok, a földesurak és a tőkések a népet jármukba hajtották. Csernusevszkij filozófiai nézete: harcias materializmus azok ellen az idealista nézetek ellen, melyek a népet meg akarják tévesztetni. Herzent követően Csernusevszkij is bírálta Hegel reakciós idealizmusát, ugyanakkor arra törekedett, hogy felhasználja és „átfordítsa“, materialistává tegye Hegel dialektikáját s a dialektikus módszer segítségével vezessen el a valóság forradalmi szemléletéhez.

A dialektika, Csernusevszkij szavai szerint, megerősíti azt a meggyőződést, hogy a haladó, a jogos ügy, az az ügy, amelyé a jövő — győzni fog. Ezért nem félnek a harctól a dialektikus módszer, az új haladó életformák hívei. Csernusevszkij ezt írja:

„... A formák örökös váltakozása, örökös tagadása annak a formának, amelyet valamely tartalom vagy törekvés szül, ugyanannak a törekvésnek vagy ugyanannak a tartalomnak magasabbfokú fejlődése folytán — aki ezt a nagy, örök, egyetemes törvényt megértette, aki megtanulta alkalmazni minden jelenségre, az ó, milyen nyugodtan hívja ki azokat az esélyeket, amelyek másokat

* *Lenin: Az irodalomról. Szikra 1949. 30. old.*

megzavarnak... Semmit sem sajnál, ami elavult s azt mondja: «lesz, ami lesz, végül mégis lesz még ünnep a világon!»“

Csernüsevszkij megértette, hogy a fogalmak és a gondolatok dialektikája az anyagi világ dialektikáját tükrözi vissza s hogy magának az anyagnak az átalakulása, a fejlődése, a mozgása alkotja mindennek az alapját. Azt jelenti-e ez, hogy Csernüsevszkij *eljutott* a dialektikus materializmusig? Nem, csupán *megközelítette*. A dialektikus materializmus a proletár forradalmárok világnézete, akik a forradalmárok előző nemzedékeinek legjobb örökségét átvették és megalkották azt a szerves filozófiai tanítást, amely a kommunizmusba való szukségszerű átalakulást megindokolja, s megmutatja a tömegeknek azt az utat, amely a kommunizmushoz elvezet.

A hatvanas évek forradalmi demokratái felismerték, hogy a természettudomány a társadalom átalakításában hatalmas erőt képvisel. Másrészt, a felelősség érzése a társadalommal szemben, a hazafias törekvés, hogy ezt a tudományt a nép felvilágosításának és felszabadításának érdekében használják fel, volt a jellemző vonása a hatvanas évek természettudományának. Tyimirjazev, e társadalmi mozgalomnak egyik legkitűnőbb harcosa, az a tudós, akinek munkásságában a legszembeütőbben mutatkoztak meg a hatvanas évek nemzedékének eszméi, írta ezekről az évekről: „Ha megkérdik, mi volt ennek a mozgalomnak a legjellemzőbb vonása, gondolkodás nélkül egyetlen szóval felelhetünk: a lelkesedés. Ez a lelkesedés felemelte és magával ragadta az embert, hitet adott arra, hogy olyan ügy van készülöben, amely meghódítja a szellemi és erkölcsi erőket. Ez az ügy, amely

nemcsak az egyéni életet tudja mindennél jobban megszépíteni, de lényegében sokkal többet jelent ennél, mert egy közös ügy nélkülözhetetlen alkotórésze, az egész nép telemelkedésének, szellemi és anyagi fellendülésének záloga.“*

Tyimirjazev a természettudomány elsőrangú társadalmi szerepének bizonyítékát Piszarev tevékenységében és nézeteiben látta.

„Képzettsége szerint filológus, dilettáns a természettudományban, amelyet csak könyvekből ismert, lelkesedő, de egyben lelkesítő is. Piszarev meggyőződéses védelmezőjeként lépett fel a természettudomány kulturális feladatainak általában, s különösképpen a korabeli orosz társadalomban. Manapság mosolyra készíthet például Szaltükov-Scedrinhez intézett lángoló felhívása, hogy dobja sutba a „Tartományi vázlatok“ jellegű történeteit s foglalkozzék az egyetlen (Piszarev véleménye szerint) lényeges feladattal — a természettudomány népszerűsítésével; de mégis, ha az ember egy félszázadra visszamenőleg végigfutja az orosz irodalom — a sors által oly korán elragadott — tehetséges és nagyképzettségű kritikus-közírójának lángoló, ékesszóló lapjait, akkor megérti, milyen mély gyökereket vert az akkori idők társadalmának tudatában a természettudománynak nem szűkkörű, hasznossági, hanem általános kulturális és filozófiai jelentősége. Pedig a természettudománnyal való foglalkozás az átlagos orosz nyárspolgár előtt még nem is olyan régen valamilyen érthetetlen úri szeszélynek tűnt.“**

A természettudomány „általános művelődési

* Tyimirjazev Művei. VIII. köt. 1939. 175. old. (oroszul).

** U. o.

és filozófiai jelentősége“ mindenekelőtt a dolgozók elnyomása ideológiai alapjának lerombolásában állt. A darwinizmus, az élő szervezetek alkalmazkodásának anyagi, természetes okairól szóló tanítás vált az idealista meghamisítás elleni harc ideológiai zászlajává. Valamennyi elmélet, amely a darwinizmust megerősítette és konkretizálta, rendkívüli éles harci fegyverré vált — és fegyver még ma is — a materializmus harcában az idealizmus ellen, azaz a társadalom haladó erőinek harcában a reakció ellen. A hatvanas és hetvenes években nagy szerepet játszott a darwinizmusért vívott küzdelemben a paleontológia. A paleontológiai évkönyvek hiányossága volt a fő akadály a evolúciós eszmék elterjedésének. A XIX. század második felében, a természetes kiválasztódás elméletének hatására, új szempontból kezdik értékelni, leírni és gyűjteni a paleontológiai anyagot. Kialakul az evolúciós paleontológia, amelynek Vlagyimir Onufrijevics Kovalevszkij volt az előharcosa. Tőle származnak a fajok átalakulásának közvetlen bizonyítékai.

V. O. Kovalevszkij a hatvanas évek haladó, hazafias, forradalmi gondolkodású orosz ifjúságához tartozott, amely a harcos materialista nézeteiért lelkesedett s gyűlölte a nép idealista félrevezetését. Vlagyimir Kovalevszkij, valamint fivére, Alexandr. Szecsenov és Tyimirjazez közvetlen bizonyítékokkal akarta alátámasztani azt a tanítást, amely kiűzi a természetből az „isteni bölcseséget“. Hiszen ehhez az „isteni bölcsességhez“ folyamodtak az uralkodó osztályok, hogy igazolják azt az önkényt és jogfosztottságot, amely alatt a nép nyögött. Vlagyimir Kovalevszkij mindenki másnál nagyobb mértékben gyarapította a termé-

szetes kiválasztódás alapján végbemenő szerves evolúció közvetlen bizonyítékaival a darwinizmust. Ezzel a fajok változékonyságának elmélete az egymást következetesen felváltó s a kiásott maradványokban megőrződött élő szervezetek konkrét példájával nyert megerősítést.

V. O. Kovalevszkij 1842-ben született. Először jogtudományt tanult, de utolsó tanulmányi éveiben a természettudományok iránt kezdett érdeklődni. Ehhez vonzotta bátyjának állandó baráti köre is, amely osztozott az általános lelkesedésben, mely a természettudományok iránt akkoriban megnyilvánult.

V. O. Kovalevszkij szaktanulmányainak befejezése után nemsokára külföldre utazott s ott megismerkedett Herzennel és a forradalmi emigráció más képviselőivel. 1863-ban visszatért Pétervárra és Lyell, Brehm és mások könyveinek fordításával foglalkozott. Abban az időben a haladó orosz ifjúság mohón vetette rá magát a biológiai ismeretekre. E nemzedék gondolkodásának irányítói az ifjúság figyelmét a társadalmi harcra elválaszthatatlan tudományra hívták fel. A tudomány aláásta a régi feudális életforma és rend alapjait s zászló volt abban a harcban, melyet az uralkodó osztályok által az orosz népre kényszerített pápa-uralom, sötétség és tudatlanság ellen vívtak. Az evolúciós eszmékért vívott küzdelemben a hatvanas évek orosz tudósai állhatatosabbak, következetesebbek és határozottabbak voltak Darwin bármely más hívénél.

„Hirtelen, bárhova nézett is az ember, valamilyen fűresa torrongás jelei mutatkoztak — új eszmék, új emberek tűntek fel, azok a «realisták», akik valójában ízig-vérig idealisták voltak s akiket az idősebb nemzedék által meg nem értett Turgenyev

annyi szeretettel rajzolt meg Bazarov alakjában: az új élet természetesen legerőteljesebben a fiatalságot ragadta magával s ez éles ellenzékbe került a sokkal kevésbé engedékeny idősebb nemzedékkel...“ — írta később Sz. V. Korvin-Krukovszkaja, egy fiatal leány, Kovalevszkij földije és későbbi felesége. Ezt a leányt is vonzotta a társadalmi tevékenység és a tudomány. Megállapodott V. O. Kovalevszkijjével, hogy fiktív házasságot köt vele, hogy utazhasson és tanulhasson. Kovalevszkijék az esküvő után Pétervárra, majd néhány évre külföldre utaztak. Külföldön V. O. Kovalevszkij komolyan foglalkozott geológiával és paleontológiával. Tanulmányozta az európai múzeumokban a paleontológiai gyűjteményeket s végül önálló paleontológiai kutatásokba kezdett.

V. O. Kovalevszkij tudományos munkássága 1869-től 1874-ig tartott. Később közzétett munkáit is mind 1875 előtt írta. Kovalevszkij 1869-ig nemcsak nem folytatott tudományos tevékenységet a paleontológia terén, de még csak nem is választotta ezt a tudományos ágat szakmájául. Öt év alatt két, 1873-ban megjelent munkát írt az anchiteriumról, két, ugyanabban az évben kinyomtatott munkát a hyopotamusról, megírta továbbá legnagyobb munkáját: „Az Anthracotherium monográfiája és kísérlet a kiásott patások természetes osztályozására“, írt a gelokusról, egy cikket a jura- és a krétaformációk határaitól és egy nagyobb munkát a krétakorszak édesvízi lerakódásairól.

Mindezek a munkák Darwin tanából indulnak ki. Az anthracotheriumról írt monográfiát V. O. Kovalevszkij Darwinnak ajánlotta. Az ajánlásban ezt írta: „Annak a termékeny hatásnak, amelyet az Ön bölcs eszméi a természettudományok valamennyi

ágára gyakorolnak, természetesen a paleontológiában és a geológiában kellett a legnagyobb visszhangot keltenie, mert hiszen éppen a «nagy lánc eltűnt szemeit» magukban rejtő földrétegekben kellett pozitív, kétségtelen bizonyítékokat keresnünk az Ön által megalkotott leszármazási elmélet igazolására.“

Mit végzett tehát Vlagyimir Kovalevszkij a paleontológiában? Cuvier-t követően a paleontológiai kutatások majdnem kizárólag az anyag rendszerbe foglalásában merültek ki. Emellett, Kovalevszkij szavai szerint, az emlősökkel foglalkozó tudósok többsége a fogak formáját és méreteit tartotta legfontosabbnak és csupán ezeknek alapján döntött, de nem fordított figyelmet a szervezet egészének sajátosságaira; megállapított egy-egy új nemet vagy fajt, nevet adott neki s csupán erre szorítkozott. Kovalevszkij, az orosz ifjúság ama nemzedékének képviselője, melynek számára Darwin nemcsak kiváló biológus, hanem a társadalmi harc zászlóvivője is volt, másképpen közeledett a paleontológiához. Első munkáját a páratlan ujjú patás emlősöknek szentelte. Az emlős állatok csontjai gyakran az úgynevezett kainozoon-kor lerakódásaiban találhatók. Ennek a kornak a kezdetén nagy különbség állott fenn a patás állatok között. Kovalevszkij megrajzolja fejlődésük képét. A végtagok ujjai fokozatosan a test megtámasztására alkalmasabb patákba mennek át. Az oldalsó ujjak eltűnnek, az állatok vagy két középső, vagy egy középső ujjra támaszkodnak. Az első esetben páros, a másodikban páratlanujjú patás állatokról beszélünk. Az utóbbiak közül választotta ki Kovalevszkij az anchitériumot, amelyet a mai ló ősenek tartott. Kovalevszkij összehasonlítja az anchitériumot a Cuvier leírta régebbi paleotériummal s a geológiai viszonylatban fiatalabb hip-

parionnal, amelynek csontjait Gaudry francia paleontológus azidőtájt találta meg Görögországban. Kovalevszkij az anchitériumot közbenső tagnak tekinti a paleotérium és a hipparion között. Az anchitérium csontjairól ezt írja: „Összehasonlítva ezeket a paleotériummal és a hipparionnal, egyik elfogulatlan kutató sem térhet ki az elől a következtetés elől — amely önmagától adódik — hogy itt transzformációról (azaz a hipparionnak a paleotériumból való kifejlődéséről, az anchitériummal mint közbenső taggal) van szó, s hogy lehetetlen feltételezni, hogy mindezeket az átmeneti ismertetőjeleket külön-külön teremtték! E nemek előfordulása az egymásra következő rétegekben még jobban megerősíti azokat az eredményeket, amelyekhez csontvázuk tanulmányozása vezet.“ Kovalevszkijnál az anchitérium csontjainak részletes leírása teljesen tárgyilagos, minden előzetes megállapítástól mentes s az egészet mégis a szerves világ egységének és változékonyságának gondolata hatja át.

„Az anchitérium vállcsontja — írja Kovalevszkij — nagyon sok érdekes ismertetőjelet mutat fel, főleg mint két különböző típusnak egy csontban való egyesülése: míg alsó része tökéletesen hasonlít a ló vállcsontjának alsó részéhez, addig a felső ízületfej nagyon sokban eltér tőle s a kérdzőkre vagy tapírokra emlékeztető formát képvisel.“

A patások fő fejlődési iránya a környezethez való alkalmazkodásuk közben Kovalevszkij szerint a következő: először, a tipikus csontváz lehető legnagyobb leegyszerűsödése, mivel az új körülmények között bonyolult csontváz a patások mozgásához nem szükséges, másodszor pedig a füves táplálékhoz való alkalmazkodás.

Ilyenformán a patások fejlődésének magyará-

zata ökológiai okokban rejlik. Kovalevszkij, az anthracoterium kiásott maradványait vizsgálva, figyelte az alacsony koronájú zápfogaknak a füves táplálékra való áttérés feltételeként magas koronájú zápfogakká való átalakulására s a koponya ezzel összefüggő elváltozásaira. Bátyjának írott levelében így magyarázza ennek a folyamatnak az okát: „Lám, a gramineák (fűfélék) csak az eocén-korszak végén tűntek fel s ez nyomban nagyobb fölényt biztosított az erre a táplálékra áttérő állatoknak.“ Kovalevszkij tehát a paleobotanikai és paleozoológiai kép alapján magyarázza a patások rágó-szerkezetének elemeit. Néhány angiosperma* kifejlődése a harmadkor (terciér) első felében volt az alapja az emlősök fejlődésének.

Az evolúció elvének legelső alapvető alkalmazása a paleontológiában a patások csontvázának s különösképpen végtagjainak megváltozásával foglalkozó elmélet. V. Sz. Kovalevszkij redukcióról, azaz a végtagok egyszerűsödéséről s az ezeket alkotó csontrészek számának csökkenéséről beszél. A továbbiakban megkülönböztet adaptív és inadaptív redukciót. Az adaptív redukció abban áll, hogy a középső ujjak (a harmadik és a negyedik) aránylag nagyobb mértékben szélesednek és vastagodnak. Szilárdabb támaszt kapnak a csukló-csontokon, a szélső ujjak rovására, melyek oldalt tolódnak. A középső ujjak fokozatosan elfoglalják a csukló egész alsó felületét. Az inadaptív redukciónál az elváltozások sokkal kisebbek s csupán az ujjak megvékonyodásában állanak. Az inadaptív redukció megőrzi az ősi viszonyt a csontváz

* *Angiospermák*: zárvatermő vagy fedett magvú virágos növények. — Ford.

elemei között és gyakrabban fordul elő, mint a sokkal gyökeresebb adaptív redukció. A patások inadaptív típusai az adaptívoknál korábban jelennek meg, de a további létért való küzdelemben gyakran átengedik helyüket az utóbbiaknak. Az adaptív és inadaptív redukció elhatárolása nemcsak a patások végtagjainak szerkezetére vonatkozik. Maga Kovalevszkij kiterjesztette ezt a fel fogást a patások fogainak szerkezetére is.

A jelenkori paleontológiában Kovalevszkij sé máját továbbfejlesztették és L. S. Davitasvili javasolta, nevezzék ezt az általános formulát „Vlagyimir Koválevszkij törvényé”-nek. Ez a törvény valóban egyike az evolúciós paleontológia alapvető, általános tételeinek. Az állatok zömének fejlődési folyamatában megfigyelhető, hogyan változnak meg gyökeresen az egyik filogenetikai ágnál a környezet megváltozásával összefüggően a végtagok, a fogak vagy más fontos szervek, míg a másik ágnál az inadaptív fejlődés kevésbé gyökeres elváltozásokhoz vezet. Legtöbb esetben az inadaptív típus formái, melyek — Kovalevszkij kifejezése szerint — nem térnek „új útra”, az arányok gyökeres átalakulása nélkül és gyorsan fejlődnek. Később a szervezet részei közötti arányok mélyreható elváltozásait feltüntető formák fejlődnek gyorsabban és azáltal, hogy kiszorítják, túl is szárnyalják az inadaptív formát.

A XIX. század második felének valamennyi paleontológusa közül V. O. Kovalevszkijnek volt a legnagyobb szerepe abban, hogy a paleontológia új utakra tért. 1894-ben Osborn, a legnagyobb amerikai paleontológus ezt írta Kovalevszkij munkáiról: „Ezek a munkák felfrissítették az egész, a fossziliákra vonatkozó száraz és hagyományos

európai tudományt; a szerző Darwinnak ajánlotta fő munkáját s a darwinizmus szelleme hatja át mindezeket a munkákat, amelyekben nagyobb jelentőséget tulajdonít az eredet kérdéseinek, mint újabb nemek és fajok megállapításának.“

Darwint nagyon érdekelték V. O. Kovalevszkij munkái. Tyimirjazev elbeszélése szerint Darwin 1877-ben „kiemelte azt a tényt, hogy tanítása lelkes hívekre talált a fiatal orosz tudósok között s emellett leggyakrabban Kovalevszkij nevét emlegette“. Tyimirjazev azt hitte, hogy Darwin Alexandr Kovalevszkijre gondol. „Nem — felelte Darwin — véleményem szerint Vlagyimir paleontológiai munkáinak még nagyobb a jelentősége.“

A hivatalos orosz tudomány más magatartást tanúsított Kovalevszkijjel szemben. Amikor Kovalevszkij a magiszteri vizsga letétele céljából Odesszába utazott, Szincov tanár személyes okokból vagy, amint feltételezhető, pétervári feletteseinek utasítására, megbuktatta Kovalevszkijt, mivel olyan kérdéseket adott fel neki, melyek egy újonnan megjelent könyvből vett részletekre vonatkoztak s ebből a könyvből csak a tanárnak volt egy példánya. Ez 1873-ban történt. Tíz évvel ez után Vlagyimir Kovalevszkij, megfosztva a hivatalos tudomány támogatásától, hiába próbált pénzt szerezni kutató munkájához, adósságokba verte magát s a reakciós köröktől hajszolva öngyilkossággal vetett véget életének.

*

Az orosz zoológia is az evolúciós tan zászlaja alatt fejlődött a hatvanas években.

„A zoológia területén — írja K. A. Tyimirja-

zev — az orosz zoológusoknak az európai tudomány közösségébe az egyenjogú belépés jogosan megadatott. Az új irányzatot két fiatal zoológus képviselte, akiknek a neve néhány év alatt az egész európai tudomány közkincsévé vált s egy félszázadon át az orosz tudomány büszkesége volt és az még ma is. A hatvanas évek elején Pétervárott hírek keltek szárnyra egy Harkovban feltűnt csodagyerekről, aki jóformán még a gimnázium padjában megtanult bánni a mikroszkóppal, sőt külföldi folyóiratokba is írt! Ez nem volt más, mint a későbbi Ilja Iljics Mecsnyikov. Vele csaknem egyidejűleg, noha pár évvel idősebb volt, lépett a tudomány porondjára Alexandr Onufrijevic Kovalevszkij is. E két fiatal tudósnak jutott osztályrészül az a megtisztelő feladat, hogy folytassa — a származása szerint ugyan nem orosz, de egész munkásságával Oroszországhoz kapcsolódó — Karl Ernst Baernek, a moderna embriológia meg alapítójának munkáját.“

A század első felének embriológusaitól eltérően, az új nemzedek főként a gerincesek legegyszerűbb fajtáit tanulmányozta, összehasonlította ezeket a gerinctelenek különböző típusaival s munkájában Darwin tanításához igazodott. A. O. Kovalevszkij, Mecsnyikov s a század második felének más embriológusai kimutatták, hogy a szervezetek közötti rokonság az ontogenézis* tanulmányozásánál mutatkozik meg különös élességgel.

Alljunk meg előbb A. O. Kovalevszkij munkásságánál (1840—1901). Ő is, mint fivére, az új tár-

* *Ontogenézis*: az egyéni fejlődés a petétől a teljes kialakulásig, szemben azzal a reprodukcióval, amelyen az ülető egyén taja átmegy. (filogenézis). — Ford.

sadalmi áramlatok hatására kezdett természettudománnyal foglalkozni. A hatvanas évek haladó ifjúságának körében uralkodó hangulat hatása alatt A. O. Kovalevszkij átlépett a közlekedésügyi hivatalból — ahová apja kívánságára ment — a Pétervári Egyetem természettudományi szakosztályába. Az egyetemet 1861-ben, a diákzavargások után bezárták. A. O. Kovalevszkij külföldön, Heidelbergben folytatta tanulmányait. Bunsen előadásait hallgatta, majd ennek laboratóriumában dolgozott. Erős lökést adott Kovalevszkij további munkásságának Darwin „A fajok eredete” című műve, mellyel Kovalevszkij Heidelbergben ismerkedett meg. Kovalevszkij 1862-ben visszatért hazájába s már ekkor végleg megválasztotta tudományos szakmáját: a gerinctelenek embriológiáját. Egyéb-ként legnagyobb munkái közül az első egy gerinces állattal, a lándzsahallal foglalkozott.

Az oroszországi fauna nagy kutatója, Pallas, már 1787-ben elsőként közölte a lándzsahal leírását: molluscának (puhatestű állatnak) tartotta. A lándzsahal 5—8 centiméter hosszú tengeri állat, amely alakját tekintve valamely kisebb fajta halra emlékeztet. Nincsen feje, sem szíve, sem csontváza, teste átlátszó s a puhatestűek testéhez hasonlít. Hátának hosszában gerinchúr húzódik végig. A test számtalan szelvényből (szegmenyből) áll, amelyek a gyűrűsférgek — pl. a giliszták — ízeire emlékeztetnek. Mindegyikben, mint a gilisztáknál is, páros kiürítő csövecskék találhatók. Az ízelt, szelvényes alkaton és a kiürítő szerveken kívül a lándzsahal abban is hasonlít a gerinctelenekhez, hogy vére színtelen. Vannak azonban olyan sajátosságai is, amelyek a gerincesekhez sorolják. Több mint száz kopolyúíve, bonyolult és zárt véredény-

rendszere van és idegszáalai a gerincesek idegrendszeréhez hasonlítanak. A zoológusok egy teljes évszázadon át vitatkoztak arról, hogy mi is valóban a lándzsahal: a halakhoz vagy a halaknál alacsonyabbrendű állatokhoz sorolandó-e, végül is a gerincesek közé osztották be.

Az ilyen közbenső formák mindig vonzották Kovalevszkijt, a meggyőződéses evolucionistát, akit az a törekvés vezetett, hogy az evolúciós szemléletet a maga egészében a biológiában is érvényre juttassa. E törekvés egyébként jellemző volt a hatvanas évek egész orosz nemzedékére. Kovalevszkij e közbenső formák embriológiai fejlődésének tanulmányozásában az evolúció tanának újabb bizonyítékait remélte megtalálni. Valóban, a lándzsahal embriológiai fejlődésének megfigyelése közben tapasztalhatta, hogy a bélrendszer kezdetei a porontynál ugyanúgy képződnek, mint a gerincteleneknél, míg az idegrendszer a gerinces állatoknál észlelt séma szerint fejlődik ki. Kovalevszkijnek az volt a felfogása, hogy a lándzsahal összekötő, közbenső láncszem a gerinces és a gerinctelen állatok között. Ezt a lándzsahalról írt értekezésében következetesen kifejtette.

Mecsnyikov Kovalevszkijről írott cikkében emlékeztet a lándzsahalnak szentelt kutatásokra.

A zoológusok népszerű Giovanni-ja, a nápolyi halászmester fogta Kovalevszkij számára a lándzsahalakat. Meg kell említeni, hogy Kovalevszkijnek nem volt pénze ahhoz, hogy Giovanninak fizessen s a ruháit kezdte eladogatni, hogy tengeri állatokat vásárolhasson.

„Nem sajnált sem pénzt, sem időt, sem egészséget. Nápolyban azidőtájt csak nehezen lehetett lándzsahalakat találni. Kovalevszkij drága árat

fizetett Giovanninak, csakhogy kellőszámú példányt kaphasson s minden erejét arra összpontosította, hogy ezeket ikrá rakására készítse. Ez sokáig nem sikerült. A tojásokkal és magvas testekkel telített lándzsahalak néhány napig nyugtalanul úszkáltak az üvegedényben. Miután lecsillapodtak, még néhányszor ide-oda suhantak, majd nagy sebesen befurakodtak a homokba, melyből csupán a fejüket dugták ki. Mindez azonban nem vezetett semmilyen eredményre s a normális életkörülményeikből kiszakított lándzsahalak nem ívtak. Végülis egy éjjel Kovalevszkijnak sikerült néhány megtermékenyített ikrát találni az egyik edényben. Egész éjjel ébren maradt s ekkor meglepő kép tárult szeme elé. Az egész sor szelvényre osztott tojás hólvagcskává változott, amelynek egyik fele beletremkedett a másikba. A fiatal poronty felületét hamarosan csillogó szőröcskék borították. A tojásdad alakú sejthalmaz összekunkorodott hártyaszerű burkolatában s miután ezt áttörte, lárvá alakjában tűnt elő. A lándzsahal tojásából előbujó, csillogó szőrökkel borított lárvák leginkább az alsóbbrendű állatok a medúzák, tengeri csillagok stb. lárváira emlékeztettek. Ledőlt a fal a gerincesek és a gerinctelenek között.

Húsz évvel A. O. Kovalevszkij felfedezése után Ernst Haeckel az állatok rendszerének megváltoztatását célzó kísérletében felhasználta ezeket az eredményeket. Haeckel 1884-ben Kovalevszkijnek a lándzsahálra vonatkozó munkái alapján azt javasolta, hogy vegyék fel a rendszerbe a gerinchúros állatokat is s osszák fel ezeket két altípusra. Az egyik altípus: az agynélküliek, amelyekhez mintegy húsz lándzsahal-fajta tartozik. A másik altípus: amelyeknek van agyuk; ide hat olyan osztály tar-

tozik, amely azelőtt is mint gerinces lény szerepelt: ciklosztomaták, a halak, a kétéltűek, a csúszómászók, a madarak és az emlősök. Haeckel ilyenformán a lándzsahalra vonatkozó konkrét kutatások alapján lehetők tartotta az állatok egész rendszerének teljes megváltoztatását. Ez a kísérlet jellemző Haeckelre, aki állandóan a legmesszebbmenő rendszertani reformokra törekedett más tudósok lelkiismeretes kutatásai alapján. De jellemző ez Kovalevszkij munkájára is, mivel megmutatja, milyen általános következtetéseket lehetett kutatásainak alapján levonni.

Kovalevszkij 1865-ben olvasta fel a lándzsahalról szóló értekezését s ezután egy ehhez fűződő másik kérdéssel foglalkozott. A lándzsahal lárvájának természete érdekelte. Milyen gerinctelen állatoknál lehet a lándzsahal lárvájához hasonló formákat találni? Kovalevszkij más tengeri állatoknál, az aszcidiáknál talált ilyeneket. Az aszcidiák gerinctelen, egyhelyben élő, tömlőalakú tengeri állatok. Érzékszervük nincsen, idegrendszerük a legegyszerűbb. Maguk az aszcidiák semilyen gerinchúros állatra sem emlékeztetnek, de lárváik úsznak a vízben, farkuk — s amint ezt Kovalevszkij megállapította — gerinchúrjuk, meglehetősen bonyolult idegrendszerük és egyensúlyozó szervük is van. Kovalevszkij megfigyelte, hogyan úszkálnak az aszcidia lárvái a tengerben életük bizonyos szakában s hogyan tapadnak ezután valamilyen tárgyhöz. Ekkor valósággal elcsenevésznek, elveszítik érzékszervüket, gerinchúrjukat és farkukat, idegrendszerük egyszerűbbé válik s egész testük fokozatosan kocsonyás tömlővé alakul át. Kovalevszkij felfedezte, hogy a fiatal aszcidiák ugyanúgy fejlődnek, mint a lándzsahalak. Kovalevszkij felfedezésé-

ből tehát az következett, hogy az aszcidia nem elemi fejnélküli mollusca, amint ezt régebben vélték, hanem a gerinchúrosok különleges, elcsenevészesedett formája, mely elveszítette a gerinchúros állatok jellegzetes megkülönböztető ismertetőjeleit és gerinctelenné vált. Az aszcidiák tanulmányozása nagyon jellemző Kovalevszkij lángeszére: rendkívül lelkiismeretes, aprólékos kísérleteit, mikroszkópikus kutatásait messzemenő általános érvényű következtetésekkel kapcsolta össze. De a természet nagy, alapvető elveinek felismerése sem váltott ki Kovalevszkijből olyanféle hatásos kinyilatkoztatásokat, amelyeneket Haeckeltől megszoktunk, hanem e felismerés csak arra szolgált, hogy hajthatatlan céltudatossággal folytassa konkrét kutatásait és megfigyeléseit.

Kovalevszkij munkásságában feltűnő az a tény, hogy először majdnem mindig bizonyos kutatói feladatot tűzött maga elé s ezt nagyon gyakran előre kijelölt mikroszkópikus kutatások és zoológiai expedíciók eredményeként oldotta meg. Megnyilvánult ebben nem csupán a tudós intuíciója (belső értelmi szemlélete), hanem Kovalevszkij világnézetének elve is. A darwinizmus a Kovalevszkij-fivérek számára nem általános biológiai viták tárgya, hanem lelkiismeretes és konkrét kutatások irányító elve volt: A. O. Kovalevszkijnél az embriológia, V. O. Kovalevszkijnél pedig a paleontológia terén.

1871-ben A. O. Kovalevszkij expedíciót vezetett Egyiptomba, ahol családjával együtt a Vörös-tenger partján, egy korallokból összerakott viskóban telepedett le. A felesége által elkészített rizzsel és datolyával táplálkozott. Újszülött leánykájukat egy óriási tengeri kagyló egvik szárnyában fűrésztették. Ennek az expedíciónak az idejére esik Kova-

levszkij egyik legnagyobb felfedezése: egy olyan tengeri állatot talált — a tengeri sünt — amely egyesítette magában a tömlős állatok (coelenteráták) és az alsóbbrendű férgek sajátosságait. Ez az állat is átmenetet képviselt az állatvilág különböző típusai között.

Kovalevszkij az expedícióból való visszatérte után egész sor munkában összegezte megfigyeléseit. E kutatások alapvető gondolata az volt, hogy a gerinces állatok embrionális szöveteiről alkotott elmélet egészében alkalmazható a gerinctelenekre is. A tudományos embriológia megalapítója, Baer pétervári akadémikus kimutatta, hogy a gerincesek embrionális fejlődésének kezdetén az embrionális sejtek egymásután osztódnak és elsődleges szöveteket alkotnak. A gerincteleneknél azonban nem találtak ilyen embrionális szöveteket s úgy vélték, hogy ez az egész séma rájuk nem alkalmazható. Kovalevszkij kimutatta, hogy valamennyi többsejtű állat fejlődése, kezdve a legegyszerűbb tömlős állatoktól egészen a legbonyolultabb gerinc-húrosokig, ennek az elvnek engedelmeskedik. Kovalevszkij kiterjedt ténybeli adatokkal bebizonyította, hogy valamennyi többsejtű állat magzata keresztül-megy a gastrula, vagyis a tömlőcsira fokozatán, amely annak eredményeként jön létre, hogy az embrionális hólyagesira (blastula) egyik fala betüremkedik. Ebből könnyen lehetett volna következtetni a többsejtű állatok eredetének egységes voltára. De Kovalevszkij tudományos vérmérsékletét ez a viszonylag könnyű feladat nemigen vonzotta. Más tudósoknak engedte át az ilyen következtetéseket, ő maga pedig újabb konkrét megfigyelésekre és felfedezésekre törekedett. Az adott esetben a gastrula fogalmát, mint Kovalevszkij egyéb felfede-

zéseit is, Haeckel használta fel. Mecsnyikov emlékeztet arra, hogy a hetvenes évek elején Kleiberg, Haeckel asszisztense, ezt mondotta: „Majd meglátja, hogy Haeckel, aki csak most kezdi megérteni Kovalevszkijt, nem fogja elmulasztani, hogy valamilyen zajos sikerhez fel ne használja.“

Haeckel 1874-ben közzétette híressé vált gastrea-elméletét. Haeckel feltételezte, hogy valamennyi többsejtű állat egy általa „gastrea“-nak elnevezett sajátos, hipotétikus állattól származott. Erről a jelenleg már kihalt gastreáról, Haeckel véleménye szerint, az embriológia tényeinek alapján alkothatunk képet, minthogy valamennyi jelenleg élő többsejtű állat embrionális fejlődésében megismétli, még pedig a Kovalevszkij felfedezte gastrula állapotában. A valóságban a tömlős állatok és a többi legegyszerűbb többsejtűek nem igazolják embrionális fejlődésükben Haeckel feltevését. Kovalevszkij előtt világos volt a probléma bonyolultsága, de Haeckel számára egyszerűbbnek tűnt, mint amilyen valójában volt. Mecsnyikov azt írta, hogy Haeckel „nem mélyedt bele a tények igazi lényegébe, hanem csak a magaslatokon lebegett s így könnyen elkerülhette, sőt figyelmen kívül is hagyhatta azokat az akadályokat, amelyek Kovalevszkijt megállították“. Éppen Haeckelnek ez a gyorsasága szolgált alapot a német tudománytörténészek számára, hogy Haeckel javára írják annak a Kovalevszkijnek egész sor felfedezését, aki valóban nagyszerű, konkrét kutatásokkal világította meg a szerves élet legbonyolultabb problémáit. Haeckelnek nem volt meg az a tudományos temperamentuma, amely a kutatót az objektív világnak a maga bonyolultságában való megismerésére ösztökéli, amely a tudóst arra készíti, hogy a legnagyobb ellenállás vona-

lán haladjon, a legbonyolultabb és legellentmondóbb tények konkrét kivizsgálásához fogjon és soha ne térjen ki a valóság elől.

Ez jellemzi a legmagasabb fokon A. O. Kova-levszkij alkotó munkásságát. Ezzel találkozunk más orosz biológusoknál, Kovalevszkij kor- és fegyvertársainál, főleg Mecsnyikovnál, Szecsenovnál, Pavlovnál és Tyimirjazevnél is. Áttérünk most ezeknek a tudósoknak az alkotására. Természetes átmenet az embriológiából a fiziológiába Mecsnyikov munkássága.



A párizsi Pasteur Intézet könyvtárában egy tölgyfa- és babérleveles koszorúval díszített kis urnában őrzik a nagy orosz tudósnek, Ilja Iljics Mecsnyikovnak hamvait. Majdnem tizenhárom éven át kutatta Mecsnyikov a Pasteur Intézetben a szervezetek életének és halálának problémáit. Ez azonban Mecsnyikov tudományos munkásságának csak az egyik fele volt. Mecsnyikov tizennyolcéves korában kezdte kutatásait! Már gyermekkorában mindenki megjósolta tudományos pályafutását, noha családi hagyományaiból ez egyáltalán nem következett. Ilja Iljics Mecsnyikov 1845-ben, Ukrajnában született, egy harkovi földbirtokos fiaként, aki távoli leszármazottja volt a XVII. század ismert tudósának, írójának és diplomatájának, Alekszej Mihajlovics cárkínai követének. A tudományos érdeklődés azonban nem származott át az utódokra, akik katonatisztek, hivatalnokok és földbirtokosok voltak. Mecsnyikov édesanyjától (aki büszkén emlékezett vissza Puskin bókjaira) örökölte jóságát, barátságos lényét s a környezet gyengéd és féltő megértését. Gyermekkorában szokatlan mozgékonyágáért, kíváncsi-

ságáért és élénkségeért „eleven ezüst“-nek nevezték. 1856-ban Mecsnyikov a harkovi gimnáziumba került. Egy évvel később a tizenkétéves fiúcska már Herzen *Kolokolját* olvasta és leginkább természet-tudományi könyvekkel foglalkozott.

A gimnázium elvégzése után külföldre ment tanulni. Már ekkor megmutatkozott beteges érzékenysége. Lipcsébe érkezvén könyveket ment vásárolni, de elfelejtette szállóhelyénck a címét, úgyhogy sokáig barangolt fel s alá a városban. Ez úgy felizgatta, hogy azonnal továbbutazott Würzburgba. A hideg fogadtatás, melyben az orosz diákok részesítették, megorva házigazdáinak ridegsége elegendő volt ahhoz, hogy Mecsnyikov újból özsecsomagolja holmiját s még aznap vi-szautazzék Oroszországba. Mit hozott magával e sikertelen útról? Éppen eleget: a lipcsei szerencsétlen könyvesomagban volt „A fajok eredete“ Darwintól. Mecsnyikov e könyv elolvasása után azt a célt tűzte maga elé, hogy meghatározza egész sor egymással összefüggő faj láncolatát. A közbenső formákat kutatta s már 1863—64-ben meghatározta az édesvizi állatok új rendjét.

1864-ben, miután két év alatt elvégezte a harkovi egyetemet, újból külföldre utazott s ott Bakunyinnal és Herzennel is találkozott. Herzen nagy hatással volt Mecsnyikovra, de Herzen nem vonta őt be a politikai küzdelembe. Sokkal nagyobb jelentősége volt találkozásának Szecszenovval s főként A. O. Kovalevszkijjal. Utóbbival 1865-ben került össze. Mecsnyikov már ismerte Darwin tanítását s Kovalevszkijhoz hasonlóan ő is az embriológiai kutatásoknak akarta szentelni munkaerejét. Mecsnyikovot személyes barátság, a kiindulási pontok azonos-sága, tudományos temperamentumuk sok közös vonása fűzte Kovalevszkijhez. Ezekben az években

Mecsnyikov a gerinctelenek embriológiájával foglalkozott. Kovalevszkijt és Mecsnyikovot tekinthetjük a legújabb evolúciós embriológia megalapítóinak. Mecsnyikov két éven át, 1865-től 1867-ig a lábasfejű, puhatestű állatokat (cephalopodákat) tanulmányozta s teljes határozottsággal megállapította, hogy a gerincteleneknek embrionális fejlődésükben három embrionális szövetük van. Ez volt a tárgya a Pétervári Egyetem elé terjesztett doktori értekezésének is. A továbbiakban a rovarok embriológiája terén is munkálkodott.

Mecsnyikov harmonikusan összeegyeztette alkotásában az általános biológiai következtetéseket s e következtetések gondos kísérleti s általában empirikus ellenőrzését. Kovalevszkij a gastrula-állapot felfedezése után nem akarta erre az alapra építeni a többsejtű állatok fejlődésének hipotétikus képét. Ezzel szemben Haeckel, alig hogy Kovalevszkij kutatásaival megismerkedett, nyomban megrajzolta az állatok leszármazásának útját, noha vázlata sokban ellentmondott a tényeknek. Mecsnyikov a jelentékeny mértékben saját maga és Kovalevszkij felfedezte tényekkel teljes összhangban alkotta meg a többsejtű állatok leszármazási elméletét. Véleménye szerint valamennyi többsejtű állat egy jelenleg már kihalt őstől, a paranchinellától származott. A paranchinellának volt egy külső sejtrétege, testének többi része pedig a sejtek tömör tömegéből állt, amelyek képesek voltak a táplálékrészeket megragadni és megemészteni. Mecsnyikov paranchinelláját nagyobb kezdetlegessége különbözteti meg Haeckel gastreajától. Nem volt belső ürege az emésztési funkció elvégzésére. Ellenkezőleg, a táplálék megemésztésére képes sejtek sűrű tömegben betöltötték a hipotétikus állat egész belsejét. Mecs-

nyikov később fagocitélának nevezte el ezt az állatot. Ama törekvésében, hogy felfogását konkrét tényekkel támassza alá, Mecsnyikov kutatásai során rámutatott a férgek csoportjának egyik képviselőjére, az úgynevezett planariára, melynek valóban nincs hasürege hanem ennek a helyét a táplálék megemésztésére képes sejtek sűrű tömege foglalja el. A fagocitela-elmélet annakidején nagy lökést adott az evolúciós tan elterjedésének és fejlődésének. Egyúttal ez volt a kiindulási pontja Mecsnyikov későbbi nagy felfedezéseinek is.

Mecsnyikov külföldről visszatérve megírta értekezését s az odesszai egyetem tanára lett. Ebbe az időbe esik első házassága. Nemsokára Madeira szigetére kellett vinnie beteg feleségét, aki ott meghalt. Mecsnyikov e súlyos megrázkódtatás következtében elhatározta, hogy öngyilkos lesz, de túl nagy adag moriumot vett be s kihányta — ennek köszönhette életbenmaradását. Ekkor más módon akart végetvetni életének. Később visszaemlékezett arra, miképpen figyelt fel abban a percben, amikor a Rhône folyó hídjára lépett, a lámpafényben rajzó éjjeli lepkékre s mint támadt az a gondolata, hogyan képesek alkalmazkodni környezetükhöz a mindössze pár óráig élő rovarok. A feléledt tudományos érdeklődése elfojtotta az öngyilkosság gondolatát. Az említett eset nem az utolsó megnyilvánulása volt Mecsnyikov ideges érzékenységének, mindazonáltal életének második felében mindinkább felszabadult a súlyos pesszimizmus alól. Sokat segített ebben második felesége, O. N. Mecsnyikova, aki hosszú éveken át, egészen férje haláláig, leggyengédebb és legtevékenyebb élettársa és munkatársa volt. O. N. Mecsnyikovának legnagyobbbrészt Ilja Iljics vezetése alatt írt jegyzeteiben a nagy tudós jellemét,

életét és alkotásait visszatükröző értékes okmány maradt reánk. Mecsnyikovnak főleg a hetvenes évek végén és a nyolcvanas évek elején volt nagy szüksége támogatásra. A reakciós hullám eltávolította az egyetemekről a tehetséges és gerinces tudósokat s meghunyászkodó hivatalnokokat állított a helyükre. Ez és az ehhez hasonló tények hajtották Mecsnyikovot második öngyilkossági kísérletébe.

1882-ben lehetősége nyílt az egyetem elhagyására s nyomban Messinába utazott, ahol a tengeri állatokat tanulmányozta. Itt jutott el a XIX. század egyik legnagyobb biológiai felfedezéséhez.

Mecsnyikov már régebben megfigyelte, hogyan nyelik el és emésztik meg a táplálékot — az egysejtű szervezetekhez hasonlóan — a többsejtű állatok mozgékony sejtjei. Láta, mint nyelik el az egysejtű állatok és az alacsonyrendű többsejtűek mozgékony sejtjei nemcsak a táplálékot, hanem a szervezetbe behatoló idegen testeket is. Mecsnyikovnak az a gondolata támadt, hogy ez a felfalás és a sejtben belüli emésztés a szervezet védelme. Megfigyelte a tengeri csillagok lárváit s igyekezett megállapítani, hogy milyen funkcióik vannak a testekben mozgó sejteknek (az amebocitoknak) az állati szervezeteknek a környezethez való alkalmazkodása szempontjából. Így keletkezett az a gondolata, hogy az amebocitok nem csupán az emésztésben vesznek részt, hanem a szerves részecskék megragadásával és megemésztésével meg is védik a szervezetet a számára káros idegen tárgyaktól.

„A messinai öböl csodás környezetében pihentem ki az egyetemi viszontagságokat — írta később Mecsnyikov — és szenvedéllyel vettem magam a munkába. Egyszer, midőn az egész család elment a cirkuszba, hogy valamilyen idomított majmokat

nézzen meg, én pedig a mikroszkóp fölé hajolva egyedül maradtam és az áttetsző tengericsillag-lárvák mozgékony sejtjeinek életét figyeltem, hirtelen egy új gondolat cikázott át az agyamon. Eszembe jutott, hogy a szervezetekben ezeknek a sejteknek a káros tényezők ellensúlyozására kell szolgálniuk. Éreztem, hogy valami rendkívül érdekes rejlik emögött s annyira felizgultam, hogy felem alá kezdtem járkálni a szobában, sőt a tengerpartra is kimentem, hogy gondolataimat rendbeszedjem. Azt mondtam magamban, hogyha feltételezésem helyes, akkor a véredény- és idegrendszerrel nem rendelkező tengericsillag-lárva testébe szúrt szálkát rövid időn belül körül kell keríteniök az odasiető mozgékony sejteknek, amint ahogyan ez megfigyelhető az embernél is, akinek az ujjába szálka került. A gondolatot tett követte. A házunk melletti csüppnyi kertben, ahol pár nappal előbb egy narancsfa alatt felállítottuk a gyerekek „karácsonyfáját“, letörtem néhány rózsatöviset s ezeket azonnal a pompás, vízszerűen átlátszó tengericsillag-lárvák bőre alá toltam. Természetesen egész éjjel izgatottan vártam az eredményt s másnap kora reggel örömmel megállapítottam, hogy kísérletem sikerült. Ez alkotta az alapját a fagocita-elméletnek, amelynek kidolgozására életemnek következő huszonöt évét szenteltem.“*

Mecsnyikov azon az emlékezetes messinai reggelen észrevette, hogyan tömörülnek a mozgékony sejtek a szálka köré. Ez a genyedésre és gyulladásra emlékeztetett. Ugyanígy nyelik el és semmisítik meg a kórokozó mikrobákat az emberi szer-

* O. N. Mecsnyikova: I. I. Mecsnyikov élete. 1926. 95—96. old. (oroszul).

vezet sejtjei, a *fehér vérsejtek* is. Milyen nevet lehetne adni ezeknek a menekvést hozó sejteknek? Mecsnyikov Oroszországba visszatértében ismerős zoológusokkal megbeszélte és a „faló sejtek“ kifejezést görögre fordítva, „fagociták“-nak nevezte el őket.

Mecsnyikov elméletének ellenőrzése céljából 1884-ben megfigyelt a mikroszkóp alatt egy kisebb rákfajtát, a daphniát, amelynek átlátszó testében könnyen látható volt a fagociták harca a fertőzéssel. Mecsnyikov látta, hogyan hatolnak be az éősdi gombák spórái a táplálékkal a daphnia bélcsatornájába s telepednek meg a testében. Ha a mozgékony sejtek — a fagociták — az élősdiakat megemésztik, a betegség megszűnik. Ellenkező esetben a daphnia elpusztul. Mecsnyikov a daphniával végzett kísérletei után megfigyelte, hogyan küzdenek a házinyúlban a fagociták a lépfene mikrobáival. Itt az immunitás, azaz egyes állatoknak a betegségekkel szemben mutatott ellenállása kérdésébe ütközött. Keresni kezdte ennek az okát s arra a következtetésre jutott, hogy az állatok nem fogékonyak a betegségekre, ha a fagociták azonnal elpusztítják a kórokozó mikrobákat. Ha a fagocitákat elgyengült mikrobák kisebb befecskendezéseivel „hozzászoktatják“ a mikrobák elleni harchoz, akkor a szervezet mesterséges immunitásra tesz szert és nem lesz fogékony a fertőzésre.

A fagocita-elmélet további kidolgozását Mecsnyikov a Pasteur Intézetben végezte. Oroszországban azokban az években nem voltak olyan nagy tudományos intézmények, melyek kutatásának tárgya az ember és az élet lett volna; alig akadt néhány nagyon szegényes laboratórium erre a célra. Egyébként még ezekbe sem engedték be a „nyughatat-

lan“ tanárokat, akikhez Mecsnyikov is tartozott. E körülmények késztették 1887-ben hazája elhagyására. Németországba utazott, de egyes német tudósok ellenségeskedései és a német laboratóriumokban uralkodó viszonyok visszariasztották. Mecsnyikov végülis a Pasteur Inézetben talált menedéket. Itt végezte nagyszámú kutatását s érte meg a fagocita-elmélet győzelmét és elismerését.

Az immunitásnak szentelt kutatások befejeztével Mecsnyikov *az öregségnek s a halálnak* öt régóta érdeklő problémáira tért át. Felfedezte, hogy a fagociták elpusztítják a szervezet legyengült és elhaló sejtjeit. De mi gyengíti el s viszi pusztulásba a sejteket? Mecsnyikov véleménye szerint az ember vastagbelében levő baktériumok összessége — a bélflóra — mérgezi meg a szervezet sejtjeit s idézi elő a szervezet megöregedését és halálát. „Tanulmányok az ember természetéről“ című művében Mecsnyikov az öregséget betegségnek tekinti. Utal a haláltól való félelemre, mint az emberi szervezet építményében fennálló mélyreható diszharmónia bizonyítékára. Az ember idő előtt, a természetes halálösztön megjelenése előtt hal meg. Az embernek az emlősállatoktól örökölt és számára szükségtelen hosszú vastagbele az időelőtti halált előidéző baktériumok gyülekezőhelye. Az emberiség a haláltól való félelmében a valláshoz és a filozófiához fordul, de Mecsnyikov véleménye szerint csupán a tudomány és az orvosudomány küzdhetik le a természetes diszharmóniát s biztosíthatják az ember számára az „ortobiózis“-t, azaz az élet normális tartalmát, amely után a halál természetes és nem félelmes. Mecsnyikov megjelölte a káros bélflórával való harc pozitív útjait: a nyers, mikrobákkal fertőzött táplálék kiküszöbölése, hasznos, tejsav-

baktériumok bevezetése (például a különféle aludt-tejekben) s küzdelem a fertőző betegségek, főleg a társadalmi betegségek ellen.

Mecsnyikov azt gondolta, hogy a patológikus öregség és a halál gyökeres társadalmi átalakulás nélkül kiküszöbölhetők. Az élet azonban megmutatta, hogy az ortobiózis az osztálytársadalomban elérhetetlen, s hogy a tudomány vívmányai csak a népeknek az elnyomás és a kizsákmányolás alól való felszabadítása után valósíthatók meg teljesen az életben. Egyébként a történelem is éppen azt bizonygatta, hogy az emberiség csak a forradalmi úton tudhat megmenekülni a pusztulástól. Kitörőben volt az 1914-es háború. A tőkés világ ortobiózis helyett tucatnyi millió ember halálát biztosította intézményesen s ezeknek a számát még kiegészítette a nyomorban, járványokban s elfajulásban elpusztult többmilliónyi áldozattal. Mecsnyikov nem látta azt az erőt, amely hivatva volt megvalósítani az ortobiózis társadalmi előfeltételeit. Nagyon is egyedül állt a halál elleni küzdelmében. Nem volt kapcsolata a szebb jövőért küzdő harcossal, s ezért nem volt ereje ahhoz, hogy derűsen lásson s bízson. Veleszületett beteges érzékenységet ez még jobban fokozta. Ilyen körülmények között milyen hatással lehetett reá a háború? O. N. Mecsnyikova, Ilja Iljics gondolatainak és érzéseinek letéteményese ezt írja feljegyzéseiben: „A háború az élet sötét és riasztó háttérévé vált. Nemcsak a harcmezőkön szedi áldozatait. Aláírta a halálos ítéletét annak is, akinek erőfeszítése egész életében az emberi lét megóvásáért és észszerű létfeltételek kidolgozásáért irányult. Az éles ellentét törekvései és a kegyetlen valóság között, olyan csapás volt, amelyet megértő, beteg szíve nem bírt elviselni.“

A francia reakció már 1912-ben hadjáratot indított a „jövevény“ Mecsnyikov ellen s ezzel nagymértékben megrövidítették életét. Még nagyobb csapás volt számára a háború. Majdnem kétéves szakadatlan betegség után 1916 július 18-án, a párizsi Père Lachaise temetőben elhamvasztották az élet elhúnyt harcosának földi maradványait. Mecsnyikov a Pasteur Intézetre hagyta hamvait, az orosz tudományra pedig felfedezéseit és a dicsőséget.

*

1843 tavaszán lépett be a pétervári katonamérnöki iskolába Ivan Mihajlovics Szecsenov (1829—1905). A fizika és kémia mellett sikerrel foglalkozott a katonai tantárgyakkal. Egy alkalommal azonban az ifjú elmulasztotta a köteles előzékenységet egy tábornok fia iránt, kegyvesztett lett s a vizsgák idején az igazgatóság nem engedte át az iskola felsőbb, tiszti osztályába. Szecsenov mint utász hagyta el az iskolát s mint ilyent, Kiebbe vezényelték. A fiatal Szecsenov új áramlatokkal ismerkedett meg egy kievi lányismerőse révén, aki lelkes előharcosa volt a nők egyenjogúságának, a művelődésnek és a társadalom szolgálatának. Beszámolt ismerősének Granovszkij előadásairól a moszkvai egyetemen s a haladó írók műveinek olvasására ösztönözte. Szecsenov szellemi érdeklődése tekintetében egész életében lekötelezettnek érezte magát a lány iránt.

Szecsenov életében, mint a XIX. század második fele többi tudósának életében is, világosan kimutatható a társadalmi fellendülés hatása.

„Általában, ha nem éledt volna fel a lázas társadalmi tevékenység, akkor úgy lehet, hogy Mendelejev és Cenkovszkij mint tanítók éltek volna le életüket Szimferopolban és Jaroszlavban, a jogász

Kovalevszkij ügyész, a kadét Beketov egy lovas-század parancsnoka lett volna, Szecsenov, az utász, pedig mesterségéhez illően árkokat ásott volna“ — írja Tyimirjazev „A természettudomány fejlődése Oroszországban a 60-as években“ című vázlatában.

1850-ben Szecsenov kilépett a katonai szolgálatból, beiratkozott a moszkvai egyetem orvostudományi karára s buzgón hozzáfogott az anatómia tanulmányozásához. A harmadik óra után nagy csalódást érzett a skolasztikus oktatás miatt, hátat fordított az orvostudományi előadásoknak s Granovszkij történelmi előadásait hallgatta. De még az egyetem elvégzése előtt erősen felkeltette Szecsenov érdeklődését a fiziológia s úgy határozott, hogy ezt választja szakmájául. Ezért félbehagyta a klinikai munkát s az egyetem elvégeztével külföldre utazott, hogy ott fizikával és kémiával foglalkozzon, majd megírta értekezését az alkohol hatásáról az izmokra és az idegekre. 1858-ban eljárást fedezett fel a gázoknak a vérből való kiszivattyúzására s ez ismertté tette nevét az európai fiziológiai laboratóriumokban. 1860 elején visszatért Oroszországba, előterjesztette értekezését s előadásokat tartott a fiziológiáról.

Szecsenov új műszereket vitt magával az előadóterembe a fiziológia kísérleti tanulmányozására. Az orvostanhallgatók először láttak galvanométert, indukciós készüléket és különböző kis műszereket a békakísérletekhez. A kísérletezési technikának elvi jelentősége volt. Az európai tudomány a negyvenes-ötvenes években a vitalizmus reakciós eszméivel, a különleges „életerő“ fogalmával a kísérleteket állította szembe. A vitalisták nemanyagi tényezőkhöz folyamodtak, amelyek kivonták magukat a kísérleti tanulmányozás lehetősége alól. A hatvanas évek

Oroszországa számára különösen nagy társadalmi jelentősége volt a kísérleti fiziológiának. Nemhiába fejezi ki Bazarov (Turgenyev: Apák és fiúk) a következő szavakkal Pavel Petrovics Kirszanovval folytatott beszélgetését a „nihilisták“ eszméiről:

„Tekintsen végig valamennyi társadalmi osztályon, vegye mindezt alaposan fontolóra, mi pedig ezalatt Arkagyijjal fogunk...

— Mindenből gúnyt üzni — vágott szavába Pavel Petrovics.

— Nem, a békákat felboncolni.“

A bazarovi békák nem voltak csupán jelképek. A kísérleti fiziológia valóban megrendítette az „alapelveket“.

Szecszenov első előadásait az állati villamosságnak szentelte. Ezek az előadások rendkívül népszerűek voltak. Korántsem véletlen, hogy az orosz fiziológia ezzel az ággal kezdődött. A XIX. század végének nagy orosz biológusai — amint ezt Tyimirjazev önmagáról mondotta — „arra törekedtek, hogy fizikusok legyenek“. Ez nem jelenti azt, hogy Szecszenov és Tyimirjazev a biológiát a fizikára akarták visszavezetni, hogy nem látták a biológiai folyamatok sajátosságát. Nem, ők a biológiai jelenségeket azokkal a fizikai és kémiai folyamatokkal akarták összefüggésbe hozni, amelyek a legvilágosabban tárják eléink az anyagi világ egységét.

Szecszenov két évi tanári tevékenység után rendkívül jelentős kutatásokkal lépett a tudományos nyilvánosság elé. Olyan központokat talált a béka agyvelejében, amelyek a gerincvelő-reflexeket gátolják („Szecszenov-féle központok“). Ezeket a reflexeket olymódon tanulmányozni, hogy közben az agyvelőn bonctani beavatkozásokat végezzenek — nem volt könnyű dolog, s a német fiziológusok ki-

vihetetlennek tartották ezeket a kísérleteket. Egyikük, Ludwig, azt mondta, hogy a kísérletezés folyamán átvágni az agyvelő közepét „ugyanolyan, mint az órák szerkezetét úgy tanulmányozni, hogy beléjük lövünk“. Szecsenov mégis hozzáfogott ezekhez a fáradságos kísérletekhez. Rétegenként felmetszette a béka agyvelejét, megmérte a gerincvelő-reflexek sebességét, majd rendszeresen ingerelve az agyvelő szabaddá tett szakaszait, újból megmérte a reflexek sebességét.

E kísérletekhez Szecsenov békákat használt, mert ezeknél a gerincvelő-reflex az agyvelőnek a gerincvelőtől való elválasztása és az agyvelőlebenyek átvágása mellett is még sokáig megmarad. Szecsenov a reflexek erősségének megmérésére egy abban az időben kidolgozott eljáráshoz folyamodott, amely abban állt, hogy a béka hátsó lábát kénsavoldatba mártották. Közben számolták, hogy hány-szor ketyeg a metronom addig, amíg a béka lába megrándul. Nyilvánvaló, hogy mennél többet ketyeg, annál lassúbb a reflex, annál nagyobb a béka gátlása. Szecsenov rendkívüli kísérletezői ügyességgel olyan töménységű kénsavoldatokat választott, amelyeknek hatása pontosan arányban állt a reflexgátlással. A továbbiak során Szecsenov különböző magasságokban átvágta a béka központi idegrendszerét. Először az agyféltekét vágta át; ekkor semmilyen jele sem mutatkozott a reflexek gátlásának: a metronom ugyanolyan számú ütést számlált, mint a műtét előtt. Szecsenov ezután a látókamráknak nevezett különleges központok szintjén vágta át az agyat. Ekkor volt megfigyelhető a gerincvelő-reflexek legerősebb és leghuzamosabb gátlása. A metronom ütéseinek száma erősen megnőtt, a béka nagy késéssel rángatta lábát. Szecsenov ezután még ala-

csonyabban vágta át az agyat s ekkor is bizonyos reflex-gátlás következett be. Még alacsonyabban, a nyúltagy határán történő átvágás esetén a reflexek bizonyosfokú erősödése volt észlelhető s a béka gyorsabban kirántotta lábát a savból. Végül, a negyedik agykamra alatt történő átvágás a reflexek hirtelen megerősödését idézte elő. Szecsenov kimutatta, hogy ez nem az operáció okozta fájdalom következménye s eredményeit a továbbiakban a központi idegrendszer különböző szakaszainak vegyi ingerlésével ellenőrizte. Konyhasóoldatot, vagy konyhasókristályokat helyezett a metszési felületre. Az agyfélteke keresztmetszetének konyhasóval való ingerlése nem járt eredménnyel, ezzel szemben a látókamrák keresztmetszetének vegyi izgatása a reflexek éles gátlását idézte elő. Az agyféltekék keresztmetszetének ingerlése viszont nem gátolta a reflexeket. Ezután a központi idegrendszer elektromos izgatására került sor, s ez megerősítette a kezdeti eredményeket.

Szecsenov a béka agyában levő gátlási központok felfedezése után az emberi agyban is megkísérelte megállapítani ezeket a központokat. Önmagán végzett kísérleteket úgy, hogy kezét kénsavoldatba mártotta s gyomor- és hasizmainak megfeszítésével, fogait összeszorítva, lélekzetét visszatartva próbálta kezének visszarántását késleltetni. E körülmények valóban gátolták az idegek ingerlékenységét a savval szemben.

A központi gátlás felfedezése a legmesszebbmenő tudományos törvények kiindulási pontja lett. Szecsenov kísérleteiből született meg a gátolt reflexek fogalma. Így ismerkedtek meg azokkal a reflexekkel, amelyeknek utolsó (mozgató) szakasza a gátlás következtében hiányzik. Ezek a jelenségek,

amelyeknél a reflektórikus válaszmozgás hiányzik s csupán az ingerek s ezeknek pusztán pszichikus eredményei vannak meg, már a felsőbbrendű idegtevékenységhez tartoznak. Szecsenov felfedezése tehát kulcsot adott kezünkbe, hogy fiziológiai fogalmakkal hatoljunk be a pszichébe. A pszichét a belső aktusoknak külső megnyilvánulása nélküli fennállása jellemzi. Szecsenov felfedezése lehetővé tette, hogy a lelki folyamatokat nem mint specifikus, a reflexektől egész természetükben különböző aktusokat, hanem mint olyan reflexeket tekintsük, amelyeknek mozgó szakaşa gátlás alá került.

Éppen abban az időben, amikor Szecsenov ezeken a kérdéseken törte a fejét, Nyekraszov, a *Szovremennyik* akkori szerkesztője, felkérte egy általános tudományos kérdésekkel foglalkozó cikk megírására. Ez a cikk, amelynek címe: „Kísérlet a pszichés jelenségek származási módjának fiziológiai alapelvekre való visszavezetésére“, el is készült. De előrelátva a cenzúra tilalmát, a cikknek kissé óvatosan ezt a címet adták: „Kísérlet fizikai és kémiai alapelveknek a pszichikai folyamatokba való bevezetésére.“ Ez azonban mégsem segített, mert a cenzúra nem engedte leközoľni Szecsenov cikkét a *Szovremennyik*-ben. A cikk később a *Megyicinszkij Vesztnyik*-ben, majd „Az agyvelőreflexek“ címen külön könyvecske alakjában jelent meg. Ez a könyvecske történelmi eseménye volt a nemzetközi természettudománynak és a társadalombölcselet eszméjének. Megpróbáljuk ismertetni „Az agyvelőreflexek“ néhány alapvető eszméjét.

Szecsenov felfogásának egyik legfőbb előfeltelélül az a körülmény szolgál, hogy a felsőbbrendű idegtevékenység valamennyi megnyilvánulása néhány izommozgásban áll.

„Az agytevékenység külső jelenségeinek végtelen sokfélesége végeredményben csak egyetlenegy jelenséghez, tudniillik az izommozgáshoz vezet. Amikor a gyermek játékszere láttára elneveti magát, amikor a fiatal leány először gondol szerelemre s megremeg, avagy Newton világtörvényeket alkot s vet papírra — a végleges tényező mindebben az izommozgás.“*

Ezért kezdi Szecsenov a tudatos pszichikus tevékenység nélkül végbemenő legegyszerűbb izommozgásokkal, azaz az önkénytelen mozgásokkal, a szónak régi, megszokott értelmében vett reflexekkel. Ezeket a lefejezett béka példája nyomán vizsgálja meg. Ha a békát lefejezzük és az asztalra helyezzük, az néhány perc múlva szokásos testtartását veszi fel. Ha ekkor megérintjük, megmozdul s ha fájdalmat okozunk neki, félreugrik.

„E jelenségek mechanizmusa rendkívül egyszerű: a bőrtől érző idegszálak vezetnek a gerincvelőbe s a gerincvelőből indulnak ki az izmokhoz a mozgató idegek; magában a gerincvelőben pedig mindkét idegfajta, az úgynevezett idegsejtek révén, összeköttetésben van egymással.“ Ha az érző- vagy a mozgató ideget átvágjuk, vagy a gerincvelőt elpusztítjuk, akkor ezek a mozgások megszűnnek. Az ilyenfajta mozgások teljesen determináltak. Ha az érző-ideget izgatjuk, akkor e mozgások „megjelenése ugyanolyan elkerülhetetlen, mint az, hogy valamennyi támasz nélkül hagyott test a földre esik, hogy a löpor a tűzben felrobban, vagy hogy minden elindított gép működik. Ezek a mozgások, eredetüket tekintve, valóban gépszerűek“.

* Szecsenov Válogatott művei. 1935. 168. old. (oroszul).

Ezek a visszatükrözött mozgások természetesen nemcsak lefejezett állatoknál fordulnak elő. A lefejezett állatoknál csupán világosabban látható az eredetük, a gerincevel való összefüggésük és az agyvelőtől való függetlenségük. A sértetlen agyvelővel bíró állatoknál a reflexmozgások száma sokkal nagyobb lesz, minthogy nemcsak a bőrük, hanem látó-, halló-, szagló- és ízlelőidegeik is ingernek vannak kitéve. Szecsenov megvizsgálja az agy gátló hatásait a reflexekre. E hatások fennállását a XIX. század második felében kimutatták. Számos fiziológus megfigyelte azokat a jelenségeket, amelyekben egyes idegek ingerlése gátolja a szervezet reflexműködését. De addig csupán a periferikus idegekről volt szó s a helyzet teljesen megváltozott, mikor Szecsenov közvetlen kísérletekkel megállapította, hogy a béka agyvelejében van az a mechanizmus, amely az állat bőrének izgatásakor keletkezett fájdalomreflexeket elnyomja. Szecsenov azt a hipotézist állítja fel, hogy az emberi agyban van a reflexeket gátló mechanizmus. Számos tényt sorol fel e hipotézis alátámasztására s megvizsgálja az önkénytelen mozgásokat, amelyeknél az aktus vége elgyengül s a reflex nem végződik izommozgással. A továbbiakban Szecsenov kitér azokra az esetekre, melyekben a pszichikus tevékenység erősíti a reflexet, s végül leírja azokat a jelenségeket, amelyeknél a pszichikai momentumnak a reflexbe való beavatkozása utóbbit nem változtatja meg. Szecsenov összegezi kutatásainak eme részét és megállapítja, hogy minden önkénytelen mozgás alapját az érzőideg izgatása alkotja. Azt mondja továbbá, hogy egy meghatározott, felismerhető érzés is előidézheti ezt az izgatást. Ezekben az esetekben ingadozhat az arány az inger és a mozgás között: csökken-

het, ha a pszichikus momentum az önkénytelen mozgásokat fékezi, vagy megnövekedhet az ellenkező esetben. Szecsenov, az önkénytelen mozgásokra vonatkozó felfogásának megalapozása után áttér a tudatos mozgásokra. Feladata itt abban áll, hogy megalapozott fiziológiai magyarázatát adja a legfelsőbb típusú tudatos mozgásoknak, megmagyarázza az ember tevékenységét, egy lényét, aki „erős akaratával valamely magasabb erkölcsi elv nevében cselekszik s világosan számot vet magának minden lépéséről — egyszóval azt a tevékenységet, amely a tudatosság legmagasabb típusát képviseli“.* Szecsenov kimutatja, hogy az ilyenfajta tevékenység egyes reflexekre oszlik, amelyek mind érzés-ingerrel kezdődnek, pszichikus aktussal folytatódnak és izommozgással végződnek.

A reflex gondolatává válik, ha vége: a mozgás gátolva van. Szecsenov a reflexek gátlását az idegtevékenység egyetemes, sajátosságának tartja. A békánál a reflexeket az érzőidegek erős izgatásával tartják vissza. Szecsenov feltételezi, hogy minden valószínűség szerint az érzőidegek gyenge ingerlőse is előidézi ezt a gátlást, de ilyenkor olyan gyenge a hatás, hogy fiziológiai kísérlettel nem fedezhető fel. Mindenesetre a békánál az önkénytelen mozgásokat gátló mechanizmus az idegekre gyakorolt külső hatással, azaz reflex révén ingereltetik.

„Ha mint logikai szükségességet, az embernél is elfogadjuk az ilyen mechanizmusok fennállását, akkor ezzel együtt a reflexek révén történő ingerelhetőségüket is el kell fogadnunk.“**

„Az agyvelőreflexek“ című munkájában Sze-

* Szecsenov Válogatott művei. 1935. 193. old. (oroszul).

** U. o. 220. old.

csenov arról beszél, hogyha az agyvelőt sokszor egymásután ismétlődő különböző ingerek érik, akkor ennek az ismétlődésnek milyen szerepe van abban, hogy a különböző ingerek társulásba lépnek egymással. Ilyenformán Szecsenov megközelítette a feltételes reflexek fogalmát, amint azt később Pavlov értelmezte. Pavlov sokkal továbbment Szecsenovnál, mert rendelkezésére állottak a reflexek objektív s főleg mennyiségi elemzésének módszerei és a feltételes reflex pontos fogalma. Szecsenov azonban az „asszociált reflexek“-re való hivatkozásával elébe vágott Pavlov eszméjének. Ezek az ismétlődő asszociált reflexek lehetővé teszik az ember számára annak a képességnek az elsajátítását, hogy a reflex végső aktusát, vagyis az izommozgásokat gátolja. Az ember eme sajátos képességének, hogy tudniillik a reflex végső szakaszát gátolni tudja, legfőbb eredménye éppen a gondolkodó-, elmélkedő- és ítélőképesség.

„Mi is valójában a megfontolás aktusa? Egész sora az adott időpontban a tudatban meglévő, egymással összefüggő képzeteknek, fogalmaknak, amelyek nem fejeződnek ki az ezekből a pszichikus aktusokból következő külső cselekedetekkel. A pszichikus aktus viszont, amint olvasónk már tudja, nem tűnhet fel a tudatban külső érzéki inger nélkül. Valóban, a gondolat is aláveti magát e törvénynek. Ezért a gondolatban is megvan a reflex kezdete, folytatása, csupán, úgylátszik, a vége, a mozgás nincs meg.“ Szecsenov a következő példával ábrázolja ezt a gondolatot:

„Ebben a percben teljesen nyugodtan, a legcsekélyebb mozgás nélkül gondolkodom: az asztalomon fekvő csengőnek üvegalakja van, ha kezembe veszem, szilárdnak és hidegnek tűnik s ha megérin-

tem, cseng. Ez — gondolat, mint bármely másik. Tisztázzuk e gondolat fejlődésének különböző fázisait a gyermekkortól kezdve.“ „Az egyéves gyermeknél, — mondja Szecsenov — ugyanez a csengő teljes reflexet vált ki. A gyermek ránéz a csengőre, megragadja, csenget vele, örül, ugrándozik, kezét és lábát lengeti. Itt tulajdonképpen nincs még meg a csengő gondolata s ebben az egész jelenségben a tulajdonképpeni pszichikus folyamat az asszociációban, a látó-, halló-, tapintó- és izomérzetek egyesülésében nyilvánul meg. Két évvel később kezében rázza a csengőt, mosolyog s megszólal: «csingilingi». Itt a reflexek a test valamennyi izmáról csupán a beszéd izmaira mentek át. Az aktus pszichikus oldala már messze előrehaladt: a gyermek felismeri a csengőt csupán alakjáról is, csengéséről is, a tapintásáról is, sőt a hideg-érzetével is megismerkedett. Mindez analízis következménye.“ A gyermeknél további fejlődése során, megjelenik a reflex teljes gátlásának képessége. A csengő megszokott tárgyá válik, már mosolyt sem, s általában semilyen izommozgást sem vált ki. Ekkor lesz a csengő észleléséből — a csengőről alkotott fogalom.

Néhány külső, az illető reflexet fékező inger behatására a folyamat megáll a fogalom stádiumában s az ezzel a fogalommal összefüggő cselekvésnek nem kell megtörténnie a valóságban, vagy másik cselekvés mehet végbe helyette.

„Ha a külső hatás észrevétlen maradt, *akkor természetesen a tisztán pszichikus tényezőt fogadják el még a cselekvés eredeti okául is.** Tegyük hozzá ehhez a gondolat szubjektivitásának rendkívül éles jellegét s rögtön megértjük, milyen szilárdan kell

* Szecsenov Válogatott művei. 1935. 222. old. (oroszul).

az embernek az öntudat hangjában hinnie, amikor az hasonló dolgokat mond neki. Márpedig ez a legnagyobb hazugság. *Minden tett eredeti oka mindig a külső érzelmi ingerben keresendő*, mert enélkül semilyen eszme nem lehetséges.“

Azok a pszichikus reflexek, amelyeknek fokozott erősségű végső szakaszuk van — Szecsenov szerint — az indulatok egész körére kiterjednek. Szecsenov a finom és mélyreható elgondolások egész sorával mutatja ki az indulatokról, hogy az idegrendszer által determináltak és alapjában reflex-termesztűek.

A pszichikus tevékenységnek semilyen aktusa sem keletkezhetik tehát külső inger nélkül. Szecsenov véleménye szerint a pszichikus tevékenység összefüggése a külső ingerekkel olyan, hogy a pszichikus tevékenységnek külső behatások nélkül teljesen el kell tűnnie, hiszen a külső behatások a forrás, s a pszichikus tevékenység pedig csupán kiváltott funkció. A nagyon mély álomba merülő emberre nem hatnak a külső ingerek, tehát nincs pszichikus tevékenysége sem. „Az emberek tudják ezt és senki sem kételkedik abban, hogy a két tény okozati összefüggésben áll egymással. Az erre a kérdésre vonatkozó nézetekben csupán az a különbség, hogy egyesek a tudat kihúnyását tartják az érzéketlenség okának, mások pedig úgy vélik, hogy fordítva van a dolog. Már pedig kétségtelen, hogy melyik nézet a helyes. Ha a mélyen alvó ember füle mellett 1, 2, 3, 100 stb. puskát elsütünk: felébred s a pszichikus tevékenység nyomban megjelenik — de ha nem lenne hallása, elméletben egy millió puskával is tüzelhetnénk, tudata mégsem térne vissza. Ha nem volna látása, bármely erős fényingerre sem reagálna: ha bőre nem volna érzékeny, a legszörnyűbb fájdalom

is következmények nélkül maradna. Egyszóval a mélyen alvó és érzőidegeitől megfosztott ember egészen haláláig folytatná mély álmát.“* A fiziológia később számos esetben megerősítette Szecsenov felfogását. Strümpell annakidején megfigyelt klinikáján egy beteget, akinek valamennyi érzékszerve, egyik szeme és egyik füle kivételével megsérült. A beteg, valahányszor szemét és fülét befogták, azonnal elaludt. A Szovjetunióban kutyákon végeztek hasonló kísérleteket. Az az állat, amelynek szagló-, látó- és hallóközpontjait eltávolították, csaknem szakadatlanul aludt. De bármely más külső inger félbeszakította ezt az alvást.

Összefüggenek-e „Az agyvelőreflexek“ című munkában kifejtett gondolatok az evolúció tanával? Feltétlenül összefüggenek. Amikor Szecsenov kimutatja a reflexek és a pszichikus aktusok azonosságát, az egész szerves világ egységébe szerves részként akarja az ember fiziológiáját beilleszteni. Az ember és a magasabbrendű állatok specifikus sajátosságait a szerves világ fejlődési szakaszainak tekinti. Szecsenov bizonyításaiban a filogenézis és az ontogenézis adataira támaszkodik. Összehasonlítja egyrészt az állatok és az ember viselkedésének mozanatait, másrészt az ember viselkedését csecsemőkorától felnőtt koráig. Szecsenov, csakúgy mint a többi orosz evolucionisták (Tyimirjazev, Pavlov), igyekezett szorosan egybekapcsolni Darwin történelmi-biológiai módszerét az élet jelenségeinek kísérleti, fiziológiai kutatásaival. Szecsenovnál világosan látható az egész orosz fiziológiának ez a jellemző sajátossága.

Megjegyzendő, hogy Szecsenov a szerves evolú-

* Szecsenov Válogatott művei. 1935. 235. old. (oroszul).

ció kérdéseiben a szerzett tulajdonságok öröklődésének egyedül tudományos álláspontjára helyezkedett. Így írt:

„Az élő szervezet filogenetikus fejlődésében további tényező — mint ismeretes — az öröklődés, azaz az a képesség, hogy az egyéni élet folyamán szerzett változások az utódokra átszármaztassanak... ez a vonás (az átörökítés képessége) ... a fejlődés általános feltételeit uralja: noha a filogenetikus sor egyes tagjai által szerzett elváltozások csak úgy összegeződhetnek, s csupán úgy valósulhatnak meg igazán, ha az öröklődés érvényre jut, de azon feltétel mellett, hogy az eredeti formától való eltérést okozó körülmények folytatólagosan fennállnak. Az elváltozások foka és tartóssága mindig egyenes arányban áll a külső elváltoztató körülmények (vagy létfeltételek) hatásának tartamával, vagy azzal, hogy milyen gyakran ismétlődnek...“*

Magától értetődik, hogy Szecsenov könyve nagyjelentőségű társadalmi eseménnyé vált. Szecsenovot Csernüsevszkijjel és Dobroljubovval együtt emlegették. Egyik természettudós sem örvendett olyan népszerűségnek, mint Szecsenov. Egyébként még művének megjelenése előtt barátságot kötött a forradalmi-demokrata körökkel. A hatvanas évek elején Szecsenov bensőséges viszonyba került Csernüsevszkijjel. Ismeretségük P. I. Bokov doktor révén jött létre. A „Mit tegyünk?“ című regény leírja Szecsenov kapcsolatát Bokovval s ennek feleségével. Sok (de nem valamennyi) Csernüsevszkijhez és Szecsenovhoz közelálló kortárs nyíltan megemlíti ezt aényt

* *Szecsenov*: A gondolat elemei. Összes művei I. rész. II. köt. 1908. 287. old. (oroszul).

emlékirataiban. Kirszanov alakja számos közös vonást mutat Szecsenov igazi jellemével.

A Szecsenov eszméi körüli vitának társadalmi harc jellege volt. Tudományos szempontból egyik fontos mozzanata volt e vitának Szecsenov polemiája Kavelinnal. K. D. Kavelin a hetvenes évek elején Szecsenov eszméi ellen irányuló reakciós, idealista könyvet írt, „A pszichológia feladatai” címen. Kavelin azt az elvet védelmezte, hogy a szellemi tevékenység nem vezethető le a fiziológiai folyamatokból s ezektől alapjában különbözik. Szecsenov a *Vesztnyik Jevropü* (Európai Híradó) című folyóiratban válaszolt Kavelinnek. Cikkét később „Kinek és miként dolgozandó ki a pszichológia” címmel könyvalakban is kinyomatták. Ez a könyvecske a materializmus nyílt harcát jelenti az idealizmus ellen. Szecsenov munkájának kiindulási pontja az a gondolat, hogy a pszichológia igazi tudományos kidolgozása csupán az esetben lehetséges, ha a lelkiéletet, mint determinált folyamatot vizsgáljuk.

Szecsenov a bonyolult empirikus törvényszerűségeknek egyszerű, okozati összefüggésekre való felbontásában látja a tudomány feladatát. A lelki folyamatokat is fel kell bontani elemeikre: a reflexekre. Szecsenov fentemlített cikkében megismétli és kifejleszti a reflexeknek általa már régebben megadott meghatározását. Újból hangsúlyozza, hogy a reflex külsőleg az idegek izgatásából és izommozgásból áll. A reflexekben és a tudatos tevékenység aktusaiban a kezdet és a vég ugyanazok. A különbség a középső láncszemben van. A reflexekben hiányzik a pszichikus tevékenység, amely csupán a tudatos tevékenységben van meg. Szecsenov, hogy megmutassa a reflex- és a tudatos mozgások elv-

beni egységét, például hozza fel a megijedést és azt, hogy önkénytelenül lehúnyjuk szemünket, ha valamely tárgy közeledik feléje.

„A szempislogásban sem önmagunkon, sem másokon nem látunk mozgáson kívül semmi mást, az ijedtségben azonban, ha ezt a reflexszel összehasonlítjuk, a középső láncszemnek a pszichikus tevékenységek egész sora felel meg. A különbség a sorozat két végső tagját alkotó aktus között valóban óriási, de nagyon egyszerű módon meggyőződhetünk arról, hogy a normális szempislogásban nincsen meg megijedési példánknek (még a középső láncszemet sem véve ki) valamennyi lényeges eleme. Ha kissé szemébe fújunk az embernek vagy az állatnak, akkor a normálisnál erősebben pislognak s az ember világosan megérzi a fújást szemének felületén. Éppen ez az érzés lesz a reflex-pislogás középső tagozata. Ez normális körülmények között is fennáll, de olyan gyengén, hogy — amint mondani szokás — nem éri el a tudatot.* Ebből következik, hogy az érzés már a legegyszerűbb reflexekben is megvan.

Szecszenov „Kinek és miként dolgozandó ki a pszichológia“ című cikkében kiegészítő érvekkel támasztja alá tanítását a gondolatról, mint gátolt és az affektusról, mint fokozott reflexről. Az ember ontogenézisének teljes képét akarja megrajzolni és megállapítani a magasabbrendű idegtevékenység egyszerű, elemi reflexekből való keletkezésének fázisait. Összefoglalóan a következőképpen fejti ki egész gondolatmenetét:

„A csecsemő- és a gyermekkorban valamennyi pszichikus jelenségnek reflex jellege van. Külön-

* Szecszenov: A gondolat elemei. Id. kiad. 242. old. (oroszul).

leges, éles fordulatokat alkotnak a későbbi pszichikus fejlődésben: a lassacskán kifejlődő gondolkodóképesség és a cselekedetek tudatossága. A gondolkodásnak mint folyamatnak reális szubsztrátumaival összefüggésben történő elemzése azonban megmutatja, hogy a gondolkodás aktusaihoz semilyen új elem sem járul azokon kívül, amelyekkel a konkrét érzésnek az összevontság állapotából mind bonyolultabb és bonyolultabb formára való áttérését meghatározzuk; minthogy pedig a tapasztalat világosan megmutatja, hogy az érzés felbontási folyamatának kezdete a csecsemőkorba esik, s hogy a folyamat innen lényeges elváltozások nélkül egészen az elvont gondolkodásig halad, ezzel bebizonyul, hogy a gondolkodótevékenység semilyen lényeges oldalról sem jelent fordulatot az ember pszichikus fejlődésének menetében. A tudatos mozgások fiziológiai elemzése s eme elemzés adatainak átvitele pszichológiai térre az emberi cselekedetek tudatossága tekintetében is ugyanahhoz az eredményhez vezet.“

Szecszenov fiziológiai kutatásai szorosan összefüggnek kémiai kísérleteivel. Nagyon sokat foglalkozott Szecszenov azzal a problémával, hogyan oszlanak meg a gázok a vérben. Ezzel a problémával függött össze az oldatokra vonatkozó elmélete is. A vérben — azaz egy nagyon bonyolult oldatban — végbemenő folyamatok meghatározására a szénsavnak mesterséges sóoldatok általi abszorpcióját kutatta. 1889-ben felállította az úgynevezett Szecszenov-féle egyenletet: egy empirikus képletet, amely lehetővé teszi a gáz oldódásának az elektrolitos oldatban való kiszámítását, amennyiben ennek az oldatnak töménysége ismert.

Térjünk vissza Szecszenov életrajzához. 1870-ig

az Orvos és Sebészeti Akadémián tartott előadásokat s végzett kísérleti munkát. 1870-ben Mecsnyikov jelölését javasolta a zoológiai tanszékre. Mecsnyikovot azonban leszavazták s Szecsenov felháborodásában lemondott. Nemsokára Odesszába utazott s 1871-től kezdve a Novorosszijszkij Egyetemen tanároskodott. Ismerte Djeljanov közoktatásügyi minisztert s ez figyelmeztette az odesszai körlet kurátorát, hogy „Szecsenov megrogzött materialista hírében áll s a materializmust nemcsak a tudományban, hanem az életben is igyekszik megvalósítani. Nem vagyok szakember a fiziológiában s nem tudom elbírálni Szecsenov úr tudományos eredményeit, amelyeket figyelmen kívül is hagyok, minthogy a tudományos testületek elismerését élvezik, de kötelességemnek tartom felhívni Nagyméltóságod figyelmét Szecsenov úr fentemlített hírére s alázattal kérem, közölje velem: biztos lehet-e afelől, hogy Szecsenov úr oktatói tevékenysége a Novorosszijszkij Egyetemen s az ifjúsággal fennálló bensőséges kapcsolatai nem lehetnek-e káros következményekkel az ifjúság erkölcsi fejlődésére s nem hatnak-e károsan az egyetem nyugalomára“.

Azidőtájt, amikor Szecsenov Odesszában dolgozott, be akarták választani a Tudományos Akadémia tényleges tagjai sorába. A szakosztály meg is választotta, de az együttes ülés nem hagyta jóvá ezt a választást. Szecsenov is növelte azoknak a nagy tudósoknak számát, akiket nem vettek fel az Akadémiába.

1888-ban Szecsenov átköltözött Moszkvába és ott maradt haláláig. Szecsenov munkájának egyik jellegzetes vonása, hogy vonzódott a tudomány népszerűsítéséhez. Az orosz darwinisták közös ismer-

tetőjele, hogy széles körben tudták a tudományos vívmányokat elterjeszteni, hiszen munkásságuk az orosz „felvilágosodás” szerves alkotórésze. Szeccsenov mint népszerűsítő még ebből a háttérből is kiválik. Különösen eredményesek voltak a Precsisztyenszkij tanfolyamokon a moszkvai munkások számára tartott utolsó előadásai. Ezek az előadások azonban veszélyeseknek mutatkoztak s így a hatóság betiltotta azokat. A világhírű tudóst 1904 februárjában nem erősítették meg a Precsisztyenszkij tanfolyamon előadói állásában. Szeccsenov ezeken a tanfolyamokon találkozott első ízben munkásokkal. Munkáinak materialista és ateista tartalma olyan emberek fülébe jutott, akiknek agyában az eszme erővé vált. A reakciós bürokrácia szorongó szívvel engedélyezte a szeccsenovi munkák fejtegetését az orvosi szakkiadványokban, igyekezett gátolni megjelenésüket a napi sajtóban — Szeccsenovot munkáshallgatóság elé bocsátani, az már túl veszélyes volt.

*

Látható az orosz tudósok életrajzából, világnézetéből és munkáiból, hogyha a XIX. század elején a társadalmi fejlődés nem közvetlenül, hanem egész sor közbeeső, közvetítő tényezők között tükröződött az orosz természettudományban, viszont a század második felében a társadalmi fejlődés és a természettudomány közötti összefüggés sokkal nyilvánvalóbb és közvetlenebb volt. Visszatükröződik ez Mendelejev, Mecsnyikov, Kovalovszkij életében és alkotó munkásságában, s még világosabban, talán a legszembeötlőbben Szeccsenov munkáiban. Nagyon érdekes ebből a szempontból Tyimirjazev életrajza. Világnézetében a

hatvanas évek voltak a kiindulópontja annak a fejlődésnek, amely már a forradalomutáni időkben érte el tetőfokát. Mi több, senkinek az élete sem tűnteti fel világosabban az eszmei folytonosságot az orosz természettudomány történetében.

Tyimirjazev 1843 május 22-én született Pétervárott. „Szósz szerint két lépésnyire születtem attól a sziklától — írja Tyimirjazev «Pétervár és Moszkva» című cikkében —, amelyen a «bronzlován ülő óriás» ágaskodik, annak a Galernaja utcának legelején, amelyet alig két évtizeddel azelőtt vérrel öntözött meg december 14-ik napjának győztese, aki kartácsaival kaszáltatta le a felkelők, a katonaság és a nép megingó sorait. Pétervár a mult század legeleje óta vagy személyes élmény, vagy élő legenda számomra.”*

A visszaemlékezések december 14-re, melyről Tyimirjazev beszél, a családi hagyományokban is megőrződtek. Tyimirjazev apja és anyja szemtanúi voltak a felkelésnek a Szenátus terén, s gyakran beszéltek erről gyermekeiknek. Megjegyzendő, hogy a családban arról is folyt a szó, miként dobálták meg kövel az azidőtájt az Izsák-székesegyház építkezésénél dolgozó munkások a kormány-csapatokat. A történetírók, mint ismeretes, ritkán említik ezt a tényt, amely csupán a dekabrista felkelés legradikálisabb kortársainak szívében hagyhatott mélyreható nyomot.

Tyimirjazev szülei valóban ragaszkodtak a forradalmi-demokrata nézetekhez s a családban nem volt meg a szokásos szakadás „apák és fiúk” között. Beszéli, hogy 1848-ban egy ismerős ezzel a kérdéssel fordult Tyimirjazev apjához: „Milyen

* Tyimirjazev Művei. IX. köt. 275—276. old. (oroszul).

pályára szánta négy fiát? — Milyen pályára? — felelte az apa — hát erre: varrok öt kék inget, amilyent a francia munkások hordanak, veszek öt puskát s megyek a többiekkel a Téli Palota ellen...”

Tyimirjazev feleleveníti, hogy éppen ezidőtájt, 1848-ban, állandóan hallgatta szüleinek beszélgetéseit s bizonyos mértékben emlékezetébe vésődött a forradalmi csemények iránt érzett rokonszenvük. Gyermekkorától kezdve közel állottak Tyimirjazevhez a XIX. század háborúinak hagyományai és képei is. Apja résztvett az 1812—1815. évi hadjáratban. „Gyermekkorom — írta Tyimirjazev — még «a tizenkettes esztendő szent emlékének» jegyében állott.”

Tyimirjazev már otthon, bátyja hatására kezdett érdeklődni a természettudományok iránt. A későbbi tevékenységét meghatározó alapvető hatások azonban sokkal szélesebb körből kerültek ki. Ifjúsága a hatvanas évek elejére esik. 1861-ben felvették a Pétervári Egyetem természettudományi szakára.

„Az a nemzedék, amelynek tudatos, egyéni élete azzal kezdődik, amit általában hatvanas éveknek neveznek — írta Tyimirjazev — kétségkívül a legszerencsésebb volt mindazok közül, amelyek valaha is megszülettek Oroszthonban. Egyéni életének tavasza egybeesett annak a közösségi tavasznak lehelletével, amely végigsuhant az ország egyik sarkától a másikig s felrázta az országot több mint négy évszázad óta tartó szellemi fátsultságából és téli álmából. Ezért van, hogy e korszak gyermekei változatlanul hálás emlékekben tartják azokat, akik e korszakot alkották és formálták.”

Tyimirjazev röviddel azután, hogy beiratkozott az egyetemre, a következő dilemma előtt állott: az egyetemen maradjon-e annak árán, hogy megalkuszik a rendőri előírásokkal s írásban kötelezi magát a diákzavargásoktól való távolmaradásra, vagy elhagyja-e az egyetemet. Tyimirjazev elhagyta az egyetemet, ahová csak egy év múlva, magántanulóként tért vissza. Egy félszázaddal később ezt írta elhatározásáról:

„Most pedig, hetedik évtizedemben, amikor az ember semleges nézőként tekinthet vissza távoli múltjára, köszönöm a sorsnak vagy helyesebben környezetemnek, hogy úgy történt, ahogyan történt. A tudomány nem hagyott el, sohasem hagyja el azokat, akik önzetlenül és őszintén szeretik; de mivé vált volna erkölcsi jellemem, ha nem állom meg a helyem az első kísértéssel szemben, ha első erkölcsi harcom megalkuvással végződött volna.“

Abból a törekvésből kiindulva, hogy a népnek hasznára váljék, választotta meg Tyimirjazev azokat a tudományágakat, melyekkel az egyetemen foglalkozott.

„Tudományos szakmámnak, a növényélettannak megválasztásánál bizonyos mértékben e tudománynak a földműveléssel fennálló kapcsolata vezérelt, s ezt nagyon egyszerűen így határoztam meg: «A tudomány hivatott termékenyebbé tenni a földművelés munkáját».“

Tyimirjazev a darwinizmus követője volt. Abból a hazafias törekvésből indult ki, hogy az orosz parasztok életét a termés hozam fokozása révén megjavítsa.

„K. A. Tyimirjazev, a nagy biológus világosan látta, hogy az állatok és növények életével foglalkozó tudomány sikeres fejlesztése csakis a darwi-

nizmus alapján lehetséges, s hogy csak a továbbfejlesztett és újabb magaslatra emelt darwinizmus alapján lesz képes a biológiai tudomány segíteni a földművesnek abban, hogy két kalászt arathasson ott, ahol ma csak egy terem.“*

A darwinizmus Tyimirjazev számára egyúttal magvában materialista tanítás, természettudományos érv is volt a haladó demokratikus társadalmi eszmények alátámasztására. Tyimirjazev irodalmi hagyatékában sok cikket találunk, amelyekben küzd az ellen, hogy a tudomány feladatait a szűk, gyakorlati szükségletek kielégítésére korlátozzák. Viszont Tyimirjazev előtt az egész tudománynak nem volt értelme a gyakorlattal való egyetemes kapcsolat nélkül. Tyimirjazev szemében a tudomány: az emberiség szolgálata. A tudományos alkotás majd akkor szolgálja valóban a haladás érdekeit és akkor fogja igazán elősegíteni az emberiség maximális boldogságát, ha a tudományos gondolat mozgató erői nemcsak a részleges gyakorlati feladatok lesznek, hanem az a törekvés is, hogy a lehető legmélyrehatóbban közeljék az objektív igazsághoz, behatoljon a dolgok természetébe, egyesítse és rendszerbe foglalja az elszigetelt tudományos ismereteket.

Tyimirjazev diákéveiben első szakmunkái mellett ujságokba is írt társadalompolitikai és népszerű tudományos cikkeket. 1864-ben „Garibaldi Caprera szigetén“ és „Éhség Lancashire-ban“ című cikkeket írta. Ugyanabban az évben az *Otyecsesztvennűje Zapiszki* (Hazai Emlékiratok) című folyóiratban cikkeket tett közzé Darwinról

* *Lilszenko*: A biológiai tudomány állásáról. Szikra 1949. 9—10. old.

és tanításáról. 1865-ben megjelent a „Darwin elméletének rövid vázлата“ című munkája, mely mindmáig a darwinizmus egyik legragyogóbb és legértékesebb összefoglalása.

Tyimirjazev 1866-ban elvégezte az egyetem természettudományi szakát. Két év múlva, a természettudósok kongresszusán felolvasta első előadását: „Hogyan bontják fel a növények a légkörszénsavát a napfény behatására“. Már ekkor meghatározta azt az alapvető tudományos feladatot, amelynek megoldására egész későbbi kísérleti tevékenységét fordította. Nemsokára újabb munkája jelent meg: „A különböző fénytörésű sugarak jelentősége a szénsav növények általi felbontásának folyamatában“, amely nagy érdeklődést váltott ki a tudományos világban.

1869—1870-ben Tyimirjazev megismerkedett a külföldi kísérleti kutatások állásával. Mindenekelőtt a spektrálanalízist akarta tanulmányozni, amelynek később legjelentősebb felfedezéseit köszönhetette. Bunsen és Kirchhoff, akik nemsokkal azelőtt fedezték fel a spektrálanalízist, Heidelbergben dolgoztak s odautazott Tyimirjazev is. Aztán Párizsba ment s ott Berthelot híres francia vegyésznel dolgozott.

Kirchhoffon, Bunsenen és Berthelot-n kívül Tyimirjazev Boussingault, Claude Bernard és Hofmeister laboratóriumaiban is dolgozott. Oroszországba visszatérve, megtartotta magiszteri értekezését („A klorofil spektrálanalízise“) s a Petrovszki Mezőgazdasági Akadémia tanára lett, 1877-ben pedig a moszkvai egyetem növényanatómiai és fiziológiai tanszékére került.

Mielőtt áttérnénk Tyimirjazevnek a hetvenes években megkezdett növényélettani munkáira,

melyek nevét a nemzetközi tudományban ismertté tették, foglalkozzunk a nagy tudós világnézetével, amely a hatvanas évek forradalmi-demokrata eszméit tükrözi vissza. Tyimirjazev magáévá tette ezeket az eszméket, majd megismerkedett a nyugateurópai tudósok környezetével. A hatvanas évek orosz demokratájának kritériumaival és igényeivel közeledett a Nyugat burzsoá kultúrájához. Nagy érdeklődéssel viseltetett a kultúra és a tudomány történelmi fejlődése iránt. Egész életében tisztelte azokat a kulturális értékeket, amelyek az emberiség felhalmozott. Ez a szemlélet sehol sem találhatott nagyobb rokonszenvre, mint a proletárforradalmárok soraiban. Tyimirjazevnek azonban ahhoz, hogy a forradalmi marxizmusig eljusson, meg kellett látnia a tőkés civilizáció másik oldalát. Az őszinte, harcias hazafiság, az orosz közösségi gondolat demokratikus és materialista hagyományai, a tudományos világnézet becsületessége és következetessége nem békülhetek meg a tőkés renddel. Mennél élesebbé vált az osztályharc, annál határozottabb lett Tyimirjazev politikai rokonszenve. Világnézetének fejlődése összefüggött a darwinizmus terjesztésével, a vitalizmus elleni küzdelemmel s a természettudomány egész történelmi fejlődésének általános következtetéseivel. Munkáiban gyakran kitér a történelemre. Ezek a munkák egészükben rendkívül éles képet nyújtanak a tudomány fejlődéséről Nyugaton is, Oroszországban is. Tyimirjazev számos következtetést von le a természettudomány fejlődésének történelmi elemzéséből. Számára a tudomány: az új győzelme a régi felett. Tyimirjazev rámutat arra, milyen szerepe van a hagyományoknak a tudomány előrehaladásában, hogyan támasz-

kodnak az új vívmányok az előzőkre, s hogyan szakítanak egyidejűleg az elavult hagyományokkal. A tudomány haladása végtelen. Tyimirjazev az értelem győzelmeinek egymásból fakadó végtelen láncolatát látja a tudomány történetében, de számára a tudomány története egyúttal korántsem időnként visszatérő logikai séma, hanem reális társadalmi folyamat, amely a társadalmi csoportoknak adott nemzeti környezetben vívott harcával függ össze.

Tyimirjazev tudományos eszméinek alapja az a meggyőződés, hogy a világ anyagi természetű és megismerhető. Elvetette a természettudósok szokásos előítéleteit s nyíltan a materialista táborhoz csatlakozott. Tyimirjazev filozófiai nézetei abban a mértékben váltak mind világosabbakká és következetesebbekké, amilyen mértékben társadalmi és politikai nézetei mind forradalmibbakká lettek. Megismerkedése a marxizmus forradalmi elméletével és gyakorlatával, készítette arra Tyimirjazevet, hogy tudományos-filozófiai nézeteit egyre élesebben formulázza meg. Viszont félszázados küzdelme az antidarwinistákkal, a vitalisták és az idealizmus különböző képviselői ellen előkészítette, hogy a marxizmust befogadja, elsajátítsa. Tudományos világnézetének egyik sarkköve az a felfogása volt, hogy a világ tudományos képének szakadatlan fejlődésében és gyarapodásában a kísérleté, a megfigyelésé és a gyakorlaté a döntő szerep. Tyimirjazev azt hirdeti, hogy a tudományos igazságnak szüntelen kísérletekkel kell konkretizálnia és bebizonyosodnia, hogy a tudomány haladása a régi nézetekről és hagyományokról való lemondásra készíti a tudósokat, hogy lemondani tudni a régi nézetekről az újabb tények

alapján — az igazi tudósok elválaszthatatlan jellemvonása. Ilyenformán Tyimirjazev nézetei ebben a pontban is rokonságot mutatnak a klasszikus orosz filozófiával, Herzen, Csernüsevszkij, Piszarev és Dobroljubov nézeteivel. Hangsúlyoznunk kell azt is, hogy ezek a módszertani álláspontok elválaszthatatlanok a kutató erkölcsi énjének bizonyos vonásaitól. Az a tudós, aki a tudományt a valóság szakadatlanul fejlődő képének tekinti, eredményeinek értékelésénél nagy szerénységével, az újabb kutatásokra vonatkozó terveiben pedig rendkívüli merészségével tűnik ki. Éppen ilyenek voltak az orosz természettudomány vezéralakjai: Lomonoszov, Lobacsevszkij, Mendelejev, Szecsenov, Pavlov, Lebegyev... Ilyen volt Tyimirjazev is.

Tyimirjazev volt Oroszországban a XIX. század végén és a XX. század elején a darwinizmus legkitűnőbb és legtevékenyebb terjesztője. Nemcsak Darwin tanítását fejti ki, hanem utal Darwin egyéniségére, felvázolja tudományos munkásságának stílusát és lélektanát és ragyogóan megrajzolt arcképet nyújt a híres elmélet megalkotójáról. Tyimirjazev rámutat arra, hogy Darwin munkái nemcsak a mély és merész gondolatnak, hanem a csodálatraméltó lelkiismeretességnek is tanúbizonyságai. Ez a lelkiismeretesség készítette Darwint arra, hogy évtizedeken át elméletének mind újabb és újabb bizonyítékait keresse. Ez a tudományos lelkiismeretesség áthatotta Darwin egész belső világát. Tyimirjazev, Darwin valamennyi életrajzírójánál és magyarázójánál jobban megértette azt a mélyreható egységet, amely Darwin emberi és tudományos magatartása között fennáll — talán azért, mert benne is megvolt a termé-

szettudós merészsége, a tudományos világnézet előharcosának jellegzetes vérmérséklete és az egyéni vonzóerő. Tyimirjazev és Darwin rokonságának alapja nemcsak a tudományos nézetek, nemcsak az érdeklődési kör — hanem a tudományos alkotás belső sajátságai is s ezért volt Tyimirjazev a nagy angol tudós munkájának kongeniális folytatója, népszerűsítője és életrajzírója. Tyimirjazev olyan módon fejti ki Darwin gondolatait, hogy a leghívebben adja vissza az elmélet igazi értelmét, mélyen behatol Darwin munkájának tartalmába, értelmébe és stílusába. A darwinizmusnak szentelt műveinek nyelvezete tökéletesen pontos, érthető és népszerű. Tyimirjazev sohasem igyekszik a kevésbbé világos helyeket jelzők és frázisok áradatával átbridálni. Nem simítja el a tényleges ellentmondásokat, nem leplezi szavakkal a megoldatlan problémákat. A következetesség, lelkiismeretesség és bátorság e munkák minden kis töredékében is szembeötlő. Tyimirjazev felfedi Darwin elméletének történelmi forrásait, új igazolásokat talál az elmélet számára, új tényekkel ábrázolja, konkretizálja és fejleszti azt. Munkáiban a népszerűsítés elválaszthatatlan a darwinizmus értelmének eredeti és alkotó jellegű feldolgozásától s harcias védelmétől, úgyszintén a külföldi és orosz darwinellenes reakció harcias bírálatától.

Vizsgáljuk meg Tyimirjazev küzdelmét az orosz antidarwinisták ellen. Amikor 1885-ben Danyilevszkij reakciós orosz filozófus könyvet írt a darwinizmusról, Tyimirjazev kitűnő kritikai cikkekkel válaszolt, amelyekben nemcsak Danyilevszkijnek a darwinizmus elleni érveit döntötte meg, hanem számos problémát pozitíven is megvilágított. Danyilevszkij védelmében Sztrahov lépett a

porondra és a *Russzkij Vesztnyik* (Orosz Hírnök) 1870 novemberi és decemberi számában cikket tett közzé „A darwinisták mindenkori tévedése” címen. Ez a cikk Tyimirjazevet támadta, akit az orosz antidarwinisták legveszélyesebb és legkövetkezetesebb ellenfelüknek tartottak. Tyimirjazevnek Sztrahov ellen irányuló válaszcikkei nemcsak tartalmukat, hanem stílusukat tekintve is érdekesek. Sztrahovnak a darwinizmus ellen felhozott érvei ködös, bizonytalan és pontatlan felfogáson alapultak, amelyben — amint Tyimirjazev mondotta — valamilyen szürke köd leplezi az antidarwinisták ténybeli és logikus tévedéseit. Tyimirjazev kritikai cikkeiben eloszlatja ezt a szürke ködöt. Gondolatai a homályos párát elűző napsugárhoz hasonlítanak. Pavlov napsugárhoz hasonlította azt a módot, ahogy Tyimirjazev tudományos tárgyát megvilágítja — ez a kép munkáinak olvasása közben végigkíséri az olvasót. A gondolatok világossága s a meghatározások élessége jellemző vonásai nemcsak Tyimirjazev irodalmi stílusának, hanem tudományos alkotása egész tartalmának is. Tyimirjazev szerepe a tudomány történetében éppen az volt, hogy a fizikai és kémiai kísérlet pontos módszereivel, pontos mérésekkel, valamint világos fogalmakkal és kategóriákkal közeledjék az élet bonyolult jelenségeihez.

A darwinizmus propagálása, megvédése egybekapcsolódott a megismerhetetlen „életerő”-ről szóló tanítás, a vitalizmus elleni küzdelemmel.

Tyimirjazev sokszor hangsúlyozta, hogy Darwin a szerves világ specifikus törvényszerűségeit fedezte fel. Ezek a törvényszerűségek nem azonosíthatók egyszerűen a fizikai és kémiai törvényekkel. Legfőképpen Tyimirjazev nevéhez fűző-

dik a magasrendű és egyszerű természeti formák összehasonlíthatatlansága problémájának meggyőző és népszerű kifejtése. „Képzeljünk magunk elé — írta Tyimirjazev — két, külsőleg hasonló képet: egyrészt, egy sűrűn benőtt, a növényi formák végtelen sokféleségével és sokszínűségével csodálatba ejtő talpalatnyi földet; másrészt, a fantasztikus tájképek egyikét, amelyet a fagy ablakainkra rajzol. A második esetben ugyanazokat a páfrány- vagy pálmalevélre emlékeztető, elágazó mintákat, a legcsodálatosabb formák ugyanolyan végtelen egymásbafonódását látjuk s ha mindezt a polarizált fény sugarában nézegetjük, olyan színpompában ragyog, amelyhez természetesen a növényvilág minden színének játéka sem hasonlítható. A képek hasonlóak, de mennyire különböznek a gondolatok, amelyeket keltenek. Ha az első esetben a kutató, a jégkristály alapvető formájából indulva ki, a bonyolult, egymásbafonódó minták valamennyi különféle kombinációját megmagyarázhatná, ha a fény interferenciájának törvényeiből indulva ki, e tarka szőnyeg bármely pontjában megmagyarázhatná a jégvirágok színpompáját, akkor megoldottnak tekinthetné feladatát és birtokában lenne e pompás formák és színeik magyarázatának. Képzeljük el azonban, hogy a botanikus is ugyanilyen mértékben követhetné a formaképződés mechanizmusát s a formákat alkotó anyagok képződésének vegyi folyamatát — vajjon megoldottnak tekintené-e feladatát? Magától értetődik, hogy nem.“

A vitalisták úgy vélték, hogy a biológia törvényszerűségeinek misztikus jellege van, hogy teljesen elszigeteltek a tudomány egyéb törvényszerűségeitől. Tyimirjazev egész életében küzdött

ezek ellen az állítások ellen. Amikor a tomszki egyetem Korzsinszkij nevű tanára a növény-fiziológia terén a vitalizmus védelmére kelt, Tyimirjazev nem maradt adós a válasszal. Korzsinszkij „Mi az élet“ című brosrájában az „életenergiá“ról írt s a növényélettan kísérleti módszerét elvetette. Tyimirjazev Korzsinszkijnek válaszolva, rámutatott arra, hogy éppen ez a vitalizmus módszertani alapelve; hogy a vitalisták számára a tudomány igazi haladását s adott esetben a növényi életműködés tényleges fiziológiai alapjának kísérleti kutatásait is, csűrös-csavarások, az önkényes skolasztikus ábrázolások helyettesítik.

Az antidarwinista reakció a XIX. század végén a „neodarwinizmus“ zászlaja alatt lépett fel. Ennek az irányzatnak a vezetője, Weismann, határozottan tagadta a szervezet által szerzett egyéni ismertetőjelek öröklődésének lehetőségét és szükségszerűségét. Az öröklődés tanát lamarckizmusnak nyilvánította, s Lamarck fantasztikus elgondolásaival együtt elvetette a szerzett tulajdonságok örökölhető berögződésének rendkívül fontos s az evolúció elmélete által igazolt tételét is. Hallgassuk meg, mit mond erről Lüszenko:

„Weismann, mint látjuk, arról beszél, hogy hadat üzent Lamarck elvének, de nyilvánvaló, hogy ő annak üzent hadat, ami nélkül nincsen materialista fejlődési elmélet: a «neodarwinizmus» elnevezés leple alatt ugyanis hadat üzent a darwinizmus materialista pilléreinek.“*

Weismann azt hirdette, hogy az öröklődés

* Lüszenko: A biológiai tudomány állásáról. Id kiad. 11. old.

hordozója az az anyag, amelyből a sejtmagvak bizonyos parányi részecskéi, a chromosomák állnak. Ezt az öröklődési anyagot Weismann idioplazmának nevezte, megkülönböztetésül a „tápláló anyag“-tól vagy trophoplazmától. Weismann véleménye szerint „a chromosomák szinte külön világot képviselnek“. Az öröklődési anyag, az ő szavai szerint, halhatatlan és nem keletkezik újra.

„Ilymódon — mondja Weismann — a faj csiraplazmája soha nem születik újjá, csupán szüntelenül nő és szaporodik, folytatódik egyik generációból a másikba...“ Ha mi ezt a tényt csak a szaporodás szempontjából tekintjük, akkor a csirasejtek a legfontosabb elemek, mert csak ők egyedül tartják fenn a fajt, a test pedig a csirasejtek egyszerű melegágyának színvonalára süllyed, olyan hely színvonalára, ahol a csirasejtek kedvező körülmények között táplálkoznak, szaporodnak és megérnek.

Az élő test és sejtjei — Weismann szerint — csak *tartálya és táptalaja* az öröklődési anyagnak, az utóbbit sohasem tudják előteremteni, «soha nem tudnak magukból csirasejteket képezni».*

Lüszenkó a Lenin Mezőgazdasági Akadémia 1948. évi ülészakán tartott előadásában megsemmisítő módon mutatta ki a halhatatlan öröklődési anyagról szóló weismanni tanítás idealista és misztikus jellegét.

Ugyanilyen idealista alapon álltak a mendelizmus hívei is, akik azt hirdették, hogy Mendel „törvényei“ alkotják a fejlődés alapját. Mendel kísérleteket végzett annak kimutatására, miként

* *Lüszenko*: A biológiai tudomány állásáról. Id. kiad. 12. old.

öröklődnek keresztezés esetén a borsó különböző válfajainak sajátságai. A reakció állítása szerint a Mendel által „felfedezett” törvényekből az következik, hogy új sajátságok csupán az ivarsejtek magvaiba berögződött s már régebben is fennállott tulajdonságok vegyülésének eredményeként jönnek létre.

Tyimirjazev síkraszállt a weismannisták és mendelisták ellen. Meglátta a weismannizmus alapvető tévedését: a külső környezet hatásának tagadását. Tyimirjazev szavai szerint Weismann „tagadja a környezet hatásának jelentőségét s ezzel lemond a magyarázatok láncolatának első, nélkülözhetetlen lépéséről, nevezetesen ama állomány eredetének magyarázatáról, amely nélkül a kiválasztódás folyamata nem valósulhat meg”.

Tyimirjazev, Weismannal ellentétben, azt állította, hogy a szervezetek kiinduló elváltozásai, melyekre a Darwin felfedezte kiválasztódás vonatkozik, a környezet hatásának eredményei. Lamarckról szólva, Tyimirjazev rámutat arra, hogy Lamarck alapgondolata, nevezetesen, hogy az evolúció oka a külső körülmények hatása, az evolúciós biológia megalapítójának óriási botanikai ismereteire támaszkodott s alapjában véve helyes volt.

1908-ban Tyimirjazev leleplezte a neodarwinisták azon kísérletét, hogy Darwint Lamarckkal szembeállítsák s ezt írta:

„Közel negyven év alatt már nem egyszer rá kellett mutatnom arra, mennyire nem helytálló Lamarckot Darwinnal így szembeállítani. Ha Darwin néha élesen nyilatkozott Lamarckról, ez csupán utóbbinak ama sikertelen kísérletével kapcsolatban történt, hogy a formák megmagyarázására

magának az állatnak pszichikus és akarattevékenységére hivatkozik, ebben pedig, amint azt a tudomány későbbi fejlődése megmutatta, Darwinnak teljesen igaza volt. Viszont a formáknak függését a környezettől, vagyis Lamarck tanításának azt a részét, amely megtartotta teljes jelentőségét, Darwin letelejétől kezdve elismerte (gondoljunk csak a noteszében foglalt első vázlatra 1837-ben), s ennek mind nagyobb jelentőséget tulajdonított. Csak ha a lamarckizmusnak ezt a részét a darwinizmussal egyesítjük, akkor remélhetjük, hogy a biológia feladatát teljesen megoldjuk.“

Tyimirjazev ismételten hangsúlyozta — harcában a weismannizmus ellen — hogy a szerzett tulajdonságok kétségtelenül öröklődnek. Kigúnyolta a weismannisták állandó érvét — Weismann ama kísérletét, hogy az egerek farkát levágta s nem észlelhetett fark nélküli utódokat. „Nyilvánvaló, hogy ez a kísérlet semmit nem bizonyít — írta Tyimirjazev. — Az egyes szervezetre vonatkozóan nyilvánvalóan ugyanabból az elgondolásból kell kiindulni, mint a családfa kifejezte rokon öröklődésnél. A nagyapa szervezetének elváltozásai nem hathatnak az unoka szervezetére, ugyanúgy, amint a farkszövet sejtjei sem alkotják azoknak a regeneráló sejteknek az őseit, amelyekből a levágott farkú egerutódok kifejlődnek.“ Az öröklődés azokra a szerzett elváltozásokra hat, amelyek az egész szervezetre, vagy legalább is a regenerációs szervekre kiterjednek. „Egészen mások az egész szervezetre kiható fiziológiai vagy patológikus hatások, mint például Brown-Séquard klasszikus kísérleteiben a tengerimalacokon mesterségesen előidézett epilepszia (eskór). Ezek a hatások közvetlenül vagy közvetve befolyásolják

a regenerációs rendszert is, azaz a leendő szervezet kezdeti elemeit is. Érthető, hogy az okozati összefüggés szakadatlan láncolatát követni a környezetnek az előző nemzedékre való hatása s ennek a következő nemzedékre való átszármazása között — s éppen ebben áll a szerzett tulajdonságok öröklődése tanulmányozásának igazi feladata — jóformán lehetetlen s mindeddig nem sikerült.“*

Ma már tudjuk, milyen óriási eredményeket ért el I. V. Micsurin ezeknek a feladatoknak a megoldásában már azidőtájt, amikor Tyimirjazev a fentidézett sorokat írta. Tyimirjazev számos kísérleti bizonyítékot hoz fel a szerzett tulajdonságok öröklődésére. Emlékeztet többek között Mecsnyikov nagyszerű kísérleteire, aki bebizonyította, hogy a baktériumok egyes fiziológiás válfajai, melyek számukra rendellenes körülmények között keletkeztek, akkor is megtartják öröklött tulajdonságaikat, ha a következő nemzedékek újból normális feltételek közé kerülnek. Tyimirjazev hivatkozik továbbá a növények fiziológiai földrajzára is, amely szintén megerősíti a szerzett tulajdonságok öröklődését.

„A szerzett tulajdonságok öröklődése“ című ismert könyv szerzőjének — Henslow-nak — nyomán Tyimirjazev azt mondja, hogy a földgömb különböző pontjain hasonló élő szervezetek találhatók, ha létfeltételeik hasonlóak. „Ez a növények jelenlegi fiziológiai földrajzának általános következtetése. Ezek a hasonlóságok nemcsak külsők, hanem belsők is, s amellet kiterjednek azokra az ismertetőjelekre is, amelyeknek nem csupán a vál-

* Tyimirjazev Összes művei. VI. köt. 179—180. old. (oroszul).

fajok, hanem gyakran a fajok, nemek s a legnagyobb rendszertani csoportok (például egylakiak és kétlakiak) megállapításánál is jelentőséget tulajdonítottak. Az azonos formáknak azonos körülmények közötti állandó fennállása, a tények óriási számát figyelembevéve, már magában is igazolja annak a következtetésnek a valószínűségét, hogy itt nem véletlenek találkozásával, hanem okozati összefüggéssel van dolgunk, vagyis hogy ezek a formák e körülmények hatásának eredményei. Ez a nagyfokú valószínűség azonban majdnem tökéletes bizonyossággá változik, ha akár csupán kis-számú eseten is sikerül kimutatni azt, hogy ezeket a bizonyos formákat éppen ezek a bizonyos körülmények idézik elő. Végül, noha a legtöbb esetben kétség sem fér ahhoz, hogy ezek a környezettel összefüggő tulajdonságok öröklöttek — ez a tétel azokkal az esetekkel is bizonyítható, melyekben a más környezetbe átültetett szervezetek bizonyos ideig még megőrzik régebbi formájukat, most már nem a többé fenn nem álló környezet hatására, hanem az öröklődés révén.“ A növények fiziológiai földrajza „az egyik nyomós bizonyíték annak a kérdésnek pozitív értelemben való eldöntésére, hogy öröklődnek-e a szerzett tulajdonságok. Ez az evolúció tanának mondhatni alapvető tétele, melyet Spencer találóan így fejezett ki: vagy fennáll a szerzett tulajdonságok öröklődése, vagy nincs evolúció“.

Tyimirjazev „Történelmi módszer a biológiában“ című munkájában síkraszáll az öröklődésnek valamennyi weismannista: azaz valamely különleges öröklődési plazma fennállásából kiinduló felfogása ellen. A weismannista elmefuttatások gyökerét a XVIII. század metafizikai felfogásai-

ban látja, s kimutatja, hogy a pangenezisre vonatkozó elméletében — amelyről később lemondott — maga Darwin is adózott az ilyen helytelen elgondolásoknak, majd utal arra, hogy a XIX. század közepetájától igen gyakorivá vált egy különleges öröklődési anyag fogalma. „Mindezek a feltevések kísérletek, hogy anyagi megfogalmazását adják a tulajdonságok átszármazásának egyik nemzedékről a másikra. Alapjában véve valamennyi csupán ennek a témának változata: az utód hús az elődök húsból és vér a vérükből. De azóta pontosabban megfigyelték, hogy mi a «hús» és «vér», úgyhogy immár így mondják: «sejt a sejtjükből», «plazma a plazmájukból», «sejtmag a sejtmagjukból», «chromosoma a chromosomájukból» stb. Amikor pedig kiderült, hogy az öröklés e reális, anyagi hordozói nem elegendők, akkor képzeletbeliek egész légióját találták ki (gemmulák, ergatulok, pangének, egyszerű gének stb.)“...

Tyimirjazev utalt azokra a kísérletekre, amelyek egyszeriben megcáfolják Weismann elméletét a különleges csíraplasmáról; azokra a kísérletekre, amelyek bebizonyítják, hogy a szomatoplazma sejtjei viszont, állítólag „halhatatlan“ csíraplasmájú, új szervezeteket hoznak létre. „E tanítást a különleges és elkülönült (még hozzá halhatatlan) plazmáról el kell vetni, mivel már kezdettől fogva kimutatták, hogy a begóniánál a fedőhártya sejtjeinek szomatoplazmája képes létrehozni regeneráló szervekkel, tehát «halhatatlan» csíraplasmával is rendelkező teljesen új szervezeteket.“

A weismannistákkal szemben Tyimirjazev megerősítette, hogy a szerves fejlődés nem előzetesen kialakult tulajdonságok keveredéséből, hanem a szervezeteknek a külső környezethez való alkalmaz-

kodása által előidézett s az öröklődés révén átszarmaztatott új tulajdonságok megjelenéséből tevődik össze. Tyimirjazev azt mondja a külső körülmények hatásáról, hogy ez „végeredményben a szervezet teljesen új sajátságainak egyedül lehetséges keletkezési forrása“. A többi források egyértelműek a már meglévő sajátságok fejlődésével vagy keveredésével. Ezért a külső körülmények hatása felfedi a változékonyság okait. „A változékonyság eme jelenségeinek kategóriája — írja Tyimirjazev — nemcsak a leggazdagabb tényekben, hanem a legérdekesebb is, mert felfedi okaikat.“ Tyimirjazev hangsúlyozza, hogy éppen a környezetnek s a külső körülményeknek a tanulmányozása alkotja a növények fiziológiai földrajzának és a kísérleti morfológiának alapját. Ez utóbbi a külső tényezőket kísérletileg megváltoztatja és világos összefüggést állapít meg a szervezet formájának elváltozása s a fény, a nedvesség stb. között. A pontos kísérlet folyamán, „amikor is a külső tényezőket (fényt, nedvességet stb.) tetszésszerint megváltoztathatjuk, tökéletes pontossággal megállapítjuk a forma egyik vagy másik elváltozásának összefüggését az egyik vagy másik, anyagi vagy dinamikus külső tényezővel.

Az utolsó negyedévszázad alatt kísérleti morfológia révén a növényélettannak új fejezete fejlődött ki.

A kísérleti morfológia annak a függőségi viszornak tanulmányozásával foglalkozik, amely a formák és általában a növényi szervezet valamenynyi sajátossága, és a külső tényezők között fennáll. E téren elért eredmények is bizonyítják, mennyire reménytelen az antidarwinisták helyzete, akik továbbra is azt erősítgetik, hogy a szerves for-

mák változékonyságának jelenségei valami titokzatos és megmagyarázhatatlan erőnek megjelenési formái.“

Tyimirjazev a továbbiakban kimutatja, hogy a kísérleti morfológia határozottan megdönti az anti-darwinisták eszmeszüleményeit, akik azt állítják, hogy az élőlények megváltozásának jelenségei természetük szerint megismerhetetlenek s a pontos kauzális kutatás számára hozzáférhetetlenek. „Ilyenformán — következtet Tyimirjazev — azt az ellenvetést, hogy a darwinizmus a változékonyság jelenségeinek titkába ütközik, megdöntik maguk a kétségtelen tények, amelyeket az utolsó évtized során s főleg a növényélettanban gyűjtöttek össze.“

Az imperialista háború alatt Tyimirjazev még jobban közeledett a proletárforradalmárok eszméihez és köreihez. Batesonnek, a mendelisták akkori vezérének Tyimirjazev két, „Egy szörnyű esztendő tudományos krónikájából“ közös cím alatt egybefoglalt cikkben válaszolt. Bateson a Brit Tudományos Társulat ülésén az 1914. év elnöki beszédében azt mondta, hogy „új“ tudományt alapított, a genetikát, s meghatározta a szervezet tulajdonságainak függőségét az öröklődés egyes elemi tényezőinek számától, kombinációjától és kölcsönös hatásától. A hírhedt génekről volt szó. Tyimirjazev ezzel kapcsolatban emlékeztet egy másik mendelistának, De Vriesnek hasonló nagyhangú bejelentésére. De Vries a kilencvenes évek legelején azt állította, hogy felfedezte a „biochrónikai egyenletet“. Ez nem jelentett sem többet, sem kevesebbet — írja Tyimirjazev — mint eme elemi tényezők számának ugyanilyen kiszámítását, valamint ugyanilyen merész kiszámítását azoknak az időszakok-

nak is, amelyek eme tényezőknek a világon való megjelenését egymástól elválasztják s e két kétséges szám szorzatának reális értékét kellett szolgáltatnia az élet tartamának meghatározására a földön ($M \times L = BZ$). Nem tudom, milyen hatással volt ez a lángeszű képlet arra a hallgatóságra, melynek mint az újdonsült évszázad ajándékát szolgálták fel: csak az ismeretes, hogy se De Vries barátai — bölcsek belátásból — sem ellenfelei — a tudomány iránti tiszteletből, immár huszonöt év óta egy szóval sem említették.

Tyimirjazev egy csapással felfedi a batesoni genetika és az egész Mendel—Weismann-féle irányzat logikai forrásait. Kimutatja, hogy ez lényegében ugyanaz mint a XVII—XVIII. század elavult preformációs tanítása. A XVII—XVIII. század reakciós gondolkodói azt állították, hogy a szervezet csirája a felnőtt egyednek pontosan ugyanolyan, csupán parányi mását foglalja magában s ezért a szervezet fejlődése pusztán mennyiségi folyamat. Mi több, a preformáció hívei azt erősítgetik, hogy magának a csirának a szaporodó szerveiben megvannak a következő nemzedéknek preformált, azaz más szóval már teljesen kialakult, de nagyságuk szerint még jelentéktelen csirái s hogy ezekben a csirákban viszont még kisebb, de ugyancsak teljesen kialakult formában megvannak a későbbi nemzedékek csirái is és így tovább. Így tehát a preformisták nézete szerint a földgömb valamennyi eljövendő nemzedéke teljesen kész, de mikroszkopikus állapotban, már benne volt a földön megjelent legelső élőlényekben. A mendelisták minden további nélkül átvették ezt a tudományellenes elméletet. Bateson említett beszédében olyan esetleges további felfedezésekről beszél, amelyek a preformációt

majd végleg igazolják. „Kérem, legyenek fogékonnyak e lehetőségekkel szemben. Ehhez feltétlenül bizonyos erőfeszítésre van szükség. Fel kell forgatnunk szokásos gondolkodásmódunkat. Kezdetben tisztára ostobának tűnhet az a feltételezés, amely szerint a protoplazma eredeti formái eléggé bonyolultak lehettek ahhoz, hogy az élet legkülönbözőbb formáinak alapját szolgáltassák. De vajjon könnyebb elképzelnünk azt, hogy ez a lehetőség valamely kívülről jövő tényező hozzátevésével jött létre?“*

Tyimirjazev leleplezi a Bateson feltámasztotta preformáció tudományellenes, reakciós lényegét s kimutatja, hogy a XIX—XX. század tudománya a szervezetek és a környezet kölcsönös hatásában látja a fejlődés valóságos tényezőit. Idézi Batesonnek kijelentését, amely az ellen a gondolat ellen irányul, hogy külső körülmények gyakorolnak hatást a szervezet életére. Az ilyen kijelentések a kísérleti morfológiának s általában annak a hatalmas tényanyagnak tudatlan tagadásán alapszik, amelyet a XIX. és a XX. század tudósai a növények változékonyságára gyakorolt környezethatás gondolatának alátámasztására összegyűjtöttek. „Csupán ez a teljes tudatlanság a kutatásoknak azon ágában, amelyet (Bateson) beszéde tárgyául választott, magyarázza meg gorombán önhitt kirohanásait, mint például ezt is: «Még szkeptikusabban (tudniillik szkeptikusabban, mint a természetes kiválasztódással szemben) állunk annak a felfogásnak jelentőségével szemben, amely a külső körülményekre, mint a változékonyság jelenségeinek közvetlen okaira mutat rá. Erre a felfogásra hivatkozik, legalább is

* Tyimirjazev Összes művei. VII. köt. 499. old. (oroszul).

a későbbi évek során olyan hévvel (emphasis) Darwin». Ez a kirohanás csak azt bizonyítja, hogy Darwin előrelátta a biológiának halála utáni s főleg XX. századbeli irányát, míg Bateson alaptalanul tagadja a jelenkori biológia termékeny irányzatát, amint beszéde előtt más öröklődési «rendszerek» fennállását is tagadta, azon kívül, amelyet a mendelisták elismertek, de amelyet most mégis megbánni kénytelen.“

Tyimirjazev jellegzetes idézetet közöl Batesontól, amelyben a mendelisták vezére kertelés nélkül kijelenti, hogy a föld első élőlényei már régen rendelkeztek minden emberi képességgel s csupán bizonyos, azóta megszűnt tényezők törölték el azokat.

„Meggyőződéseem szerint valamikor majd ki fog tűnni, hogy az ember művészi tehetsége nem azon múlik, hogy az átlagember szellemi képességeihez hozzá kell adni valamit, hanem, hogy ki kell küszöbölni azokat a tényezőket, amelyek az átlagembernél e képességek érvényrejutását gátolják. Alig fér kétség ahhoz, hogy itt amolyan kapcsológombokról van szó, amelyeket csak be kell nyomni, mire a rendszerint gátlás alatt álló képességek felszabadulnak. A műszer mindig rendelkezésre áll, csak hogy nem működik.“

Ennek a „magyarázatnak“ persze teljesen tudományellenes, skolasztikus jellege van. A mendelisták, hogy bármely tulajdonság keletkezését megmagyarázzák, nem érzik szükségét annak, hogy igazi okokra hivatkozzanak s ilyeneket keressenek, hanem elegendő, ha kinyilvánítják, hogy a keletkezett tulajdonság már régebben is fennállt s csupán valamilyen hipotétikus tényezők gátolták. „A dolog így természetesen nagyon egyszerű: a kézen-

fekvő tény, nevezetesen az új tulajdonság megjelenése helyett elegendő feltételezni minden tulajdonságnál egy másik, sőt esetleg egy harmadik gátló tényező fennállását, amely láthatatlanná teszi s ekkor az új tulajdonság megjelenésének megfigyelt ténye helyett csupán egy, Bateson által kieszelt másik, láthatatlan tulajdonság érvényesülését kell elfogadni, amelyet adott esetben még egy harmadik, ugyancsak általa kitalált, de már eltűnt tényező határoz meg. Ami a legfontosabb, így újból sikerült eljutni az alapelvhez, hogy minden, ami létezik, teremtés útján jött létre valamikor. Márpedig ez az elv nagyon értékes most már nem is a metafizikus-teológusok, hanem inkább a teológus-kreacionisták szempontjából. Mindent, ami létezik, egész bonyolultságában valaha az ősidőkben megteremtettek s ezután legfeljebb csak változásokon ment át, amennyiben elveszítette útközben eredeti tulajdonságainak egyrészét, vagy új kombinációkban keveredtek össze ezek a tulajdonságok. Bateson nyíltan hangoztatja azt a reményét, hogy a jövő tudományának sikerül majd visszaállítania a teremtésük óta változatlan «linnéi» fajok «prerogativumait», az értéktelen változásokon átment válfajokkal ellentétben. Visszatérés Linnéhez, vagyis csaknem két évszázaddal hátrafelé — ez az az «új», amit Bateson javasol a «rég» helyett, vagyis a jelenkori evolúciós tanítás helyett, amely félszázadokkal haladt előre és elvetette és semmivé tette a Batesonhoz hasonló «haladó» «tudósok» minden elkeseredett támadását.“

Tyimirjazev ilyenformán kimutatja, hogy a mendelizmusnak a burzsoá tudomány által oly széles körben beharangozott „új“ tanítása visszatérést jelent a teremtés meséjéhez, a preformáció tévtaná-

hoz, s egyenes ismétlése a mult legreakciósabb és legostobább felfogásainak. „Önkéntes visszatérést javasol — írja Tyimirjazez Batesonról — a tizen-nyolcadik és a tizenkilencedik század elgondolásaihoz, Linné tanításához a «teremtett fajokról», s az «emboîtement» tanításához, amely szerint az egyik nemzedék csirái bennfoglaltatnak a másik csiráiban, és így tovább, egészen azokig a nevezetes számításokig, hogy vajjon hány csira lehetett az ősananya méhében, ha az egész eljövendő emberiség csiráinak csiráit magukban kellett foglalniok.” A továbbiakban Tyimirjazez emlékeztet Lotzera, erre a reakciós filozófusra, aki szerint mindegyik infúzória nemzedékről-nemzedékre átszármaztatta azokat a genetikai tényezőket, amelyek az állatok farkát kunkorodottá vagy fogaitat tompává tették; ha pedig fark és fogak történetesen hiányoznak, akkor e tényezők továbbra is fennállanak ugyan, de szépen megvárják, amíg eljön az idejük. „Így tehát — mondja Tyimirjazez — a mostani evolúcionista szerint bármelyik infuzória már a teremtés napja óta rendelkezett olyan számtalan miriádnyi «haszontalansággal», mint a nemlétező farkok kunkorodása és a nemlétező fogak tompasága. Így tehát az ő infuzóriából oly módon keletkeztek új állatformák, le egészen a férgekig, hogy az infuzória a haszontalanságokból útközben valamit elvesztett vagy összekombinált.”

A mendelizmus a régi preformációs mellébeszélések feltámasztása. Min alapzik ez a tudományellenes visszatérés a tudomány fejlődése által régen megcáfolt metafizikához? Ennek a visszatérésnek oka: a darwinizmus elkerülhetetlen materialista következtetései, amelyek megdöntik a kizsákmányoló társadalmi rend idealisztikus igazolását. Darwin és

követői, Tyimirjazev szavai szerint, „kimutatták, hogy a szervezeteknek éppen ama sajátságai, amelyek a legkiválóbb filozófusoknak (mint Kant) és teológusoknak a teológiai és kreacionista tanok felépítésére alkalmat szolgáltattak, hogy éppen ezek, a szerves lényeket a szervetlen tárgytól megkülönböztető és a szerves világ legfőbb rejtélyét alkotó sajátságok nyerhetnek természetes tudományos magyarázatot. Éppen ez az, amit a Batesonhoz hasonló emberek nem bocsátanak meg a darwinizmusnak“.

Tyimirjazev látta, hogy miként lesz a mendelizmusból tudományellenes, misztikus vitalizmus. Idézi Bateson szavait: „Az élő testek, amint ez a legegyszerűbb kísérlethől is látható, olyan erőkkel (powers) rendelkeznek, amelyekről nem is álmodtunk“; továbbá: „ki tudja, mi rejlik mind emögött?“ Tyimirjazev ezzel kapcsolatban ezt mondja: „Ezzel a kérdőjellel, amely mögött tüneményes tudatlanság rejlik, a szónok megsemmisíti mindazt, amit lángeszű tudósok három évszázad alatt alkottak.“

Tyimirjazev a mendelizmus példáján mutatja meg, hogyan torzították el az idealisták a tudományt, hogyan alkottak a keresztezett növények jelentéktelen és — amint Tyimirjazev kimutatta — még hozzá a XVII. századból származó megfigyeléséből (amely megfigyelésnek már Mendel utolsó, az ölyvfüllel végzett munkái is ellentmondottak) hazug „egyetemes“ magyarázatot a szerves fejlődésre. Tyimirjazev rámutat azokra a reakciós társadalmi erőkre, melyek Mendel jelentéktelen kísérleteit ily módon felfűjták. „Miért — veti fel Tyimirjazev a kérdést — éppen a XIX. és a XX. század határán emelték Mendelt pajzsukra?“ „Erre csak egy lehet a válasz: Mendel munkája eme mestersé-

gesen felnagyított, csaknem fanatikus dicsőítésének nem volt természetes talaja. Ezt a talajt az elmúlt század utolsó éveiben felvirágzott német sovinizmus és az általános európai klerikalizmus hozták létre.“ Tyimirjazev szavai szerint a mendelizmus nem egyéb mint „az újból erőre kapó klerikális obszkurantizmus, vagyis sötétségterjesztés és a tudomány közötti harc egyik epizódja“.

Tyimirjazev a mendelizmus történelmi gyökereinek kérdésére válaszolva is fején találja a szöveget. A kizsákmányolók osztályérdeke a mendelizmus alapja. Hiszen éppen ez az osztályérdek a tudományellenes klerikális obszkurantizmus alapja is.

Ezek voltak azok a rendszertani állások, amelyekből Tyimirjazev a fotoszintézis és általában a növényélettan problémáinak kutatásánál kiindult. A növények életének alapvető problémáit mint a fizika valamennyi elméleti és kísérleti vívmányával felfegyverzett darwinista biológus és egyúttal fiziológus közelítette meg. Tyimirjazev az energia megmaradásának törvényéből indult ki. „Én voltam az első botanikus — írta — aki az energia megmaradásának törvényéből indult ki, s ennek megfelelően a «fény» szót a «sugárzási energia» kifejezéssel helyettesítette. Ez nem a szavak egyszerű felcserélését, hanem lényeges alapvető változást jelentett és kétségesse tette a régebben elfogadott kísérleti tényeknek helyességét is. A fény energiaelméletének alapján, elsőként fejeztem ki azt a gondolatot, amely szerint logikusabb azt feltételezni, hogy a szénsav bomlási folyamata a napsugarak energiájától, mint azt, hogy fényerejétől függ. Ez főleg akkor tűnik ki világosan, ha az «energia» szót Rankine meghatározásának megfelelően értelmezzük, aki ezt a kifejezést (amely az azelőtti «erő»

szócskát kiszorította) a tudományba bevezette. Az energia, képesség munka végzésére, tehát munkaképesség. A szénsav felbontásánál azonban kémiai munka végződik, megszakad a vegyrokonság a szén és az oxigén között s a termokémia tanítása szerint a szén és az oxigén egyesülésének reakcióhőjét e munka mértékének kell tekintenünk.“

Ha a fény valóban energia, akkor a nap hatását a növények életére nem valamilyen szubjektív sajáttság, hanem a napsugár munkája magyarázza meg. Tyimirjazevnek e tétel bizonyítására meg kellett cáfolnia azokat a régi nézeteket, amelyek a napnak a növényekre gyakorolt hatását a sugarak fényerősségével hozták összefüggésbe. Draper számos kísérlet eredményeként annakidején arra az eredményre jutott, hogy a szénsav felbontása a legerőteljesebben a legnagyobb fényerejű sárga sugarak hatása alatt megy végbe. Tyimirjazev alapos elemzésnek vetette alá Draper kísérleteit.

Minden spektrum-kísérletnél a fény keskeny résen halad át s egy átlátszó prizmára esik, amely a sugarakat különböző mértékben töri meg, mire a szemközt felállított ernyőn megjelenik a szivárványszerű fényspektrum. Ahhoz, hogy a spektrum tiszta legyen, keskeny rés szükséges, de a keskeny résen kevés fény halad keresztül, nagyobb felületnél tehát a spektrum legyengül s csak nehezen idézi elő a szénsav felbontását. Ha a nyílást teljesen összehúzzuk és a spektrumsáv kiterjedt, akkor a fény hatására esetleg egyáltalán nem megy végbe a szénsav felbontása. Draper kísérleteiben a rés igen széles s a spektrum ezért elmosódott volt. A különböző színű sugarak középen egymásra rakódtak, s csaknem fehér, kissé sárgás színt eredményeztek. Éppen ezen a szakaszon volt a szénsav felbontása

a legerőteljesebb. Tyimirjazev 1869-ben ellenőrizte Draper eredményeit s különböző színű folyadékon bocsátotta keresztül a fényt. Kitünt, hogy a sárga sugaraknak nem az volt a szerepük, amelyet Draper tulajdonított nekik, s nem ezek segítik elő maximális mértékben a szénsav felbomlását. A továbbiakban Tyimirjazev be akarta bizonyítani, hogy a szénsav felbontása a sugarak energiájától függ és legnagyobb mértékben a legtöbb energiát képviselő vörös sugarak hatására megy végbe. Tyimirjazev, hogy kiküszöbölje Draper tévedésének okát, nagyon szűk rést alkalmazott. El is került a fénysugár gyengülését s igen kis felületen kapott spektrumot. Ez a spektrum csupán egy rendkívül finom gázelemzési módszer kidolgozásával volt felhasználható a szénsav felbomlásának elemzésére. Tyimirjazevnek rendkívüli kísérletezői ügyességével sikerült nagyon kis felületeken és nagyon kis méretekben megmérnie a szénsav felbontását. Első műszere a köbcentiméter tizedrészének, a következő az ezredrészének s végül a később szerkesztett legutolsó műszer a köbcentiméter egymilliomod részének megmérését tette lehetővé. Tyimirjazev ezeknek a műszereknek a segítségével rájött arra, hogy a vörös sugarak hatnak a legerősebben a szénsav felbomlására, hogy e folyamatra nem a sugarak fényereje, hanem energiája gyakorol befolyást, s hogy ilyenformán a növényekben végbemenő legjelentősebb fiziológiai folyamatok az energiamegmaradás általános érvényű elvének vannak alávetve. A későbbi kísérletek bonyolultabbá tették ezt a problémát s Tyimirjazevnek a vörös sugarakra vonatkozó eredményeit ma nem tekinthetjük véglegeseknek. De Tyimirjazev alapgondolata — az energia fogalmának és az energia megmaradása törvényé-

nek bevonása a fotoszintézis problémáinak megoldásába — a fotoszintézisről és a klorofil funkcióiról szóló elméletek egész további fejlődésének alapjai.

Tyimirjazev számos munkájában visszatér a klorofil szerepére a szénsav asszimilációjának folyamatában. Igyekezett meghatározni, hogy a plasztidák pigmentszemcséi közreműködésével hogyan jön létre a szén és a hidrogén első szerves vegyülete. A fotokémiai hatást a spektrumnak csupán ama sugarai idézhetik elő, melyeket a fotokémiai hatással változásnak alávetett vegyi anyag elnyel. A zöld levelekben mélyreható változáson megy át a szénsav, amely maga átlátszó, egyáltalán nem nyeli el a fényt s ezért a fény hatására önmagában nem változik. A fizikusok azonban annak idején felfedezték, hogy a fotokémiai hatást az a sugár is előidézheti, melyet a változáson átmenő vegyülethez hozzáadott valamely színes anyag elnyelt. Ezt a színes anyagot szenzibilizátornak nevezik. Tyimirjazev kísérleteinek eredményeként arra a következtetésre jutott, hogy a szénsav felbontásánál a klorofil a szenzibilizátor funkcióját tölti be. Az önmagában szintelen s a fényre érzéketlen szénsav a klorofil közvetítésével fel tudja venni a napfény energiáját, amelynek hatására felbomlik. Tyimirjazev feltételezte, hogy a klorofil a szénsavval bizonyos színes s ennek következtében fényenergia elnyelésére képes vegyületet alkot. A klorofil-kutatások további fejlődése során Tyimirjazev kezdeti elgondolásai lényegesen módosultak, de mégis e fejlődés kiindulási pontját alkotják.

Tyimirjazev kimutatta, hogy a klorofil nemcsak, hogy szenzibilizátorul szolgál, hanem a leg-tökéletesebb szenzibilizátor is. „A klorofil — írja

Tyimirjazev — nemcsak egyszerűen elnyeli a sugárzási energiát, azaz szenzibilizátorul szolgál, hanem egyúttal a legtökéletesebb szenzibilizátor, mert azokat a napsugarakat nyeli el és változtatja át kémiai munkává, amelyek a legtöbb energiával rendelkeznek. . . . A növény úgyszólván elébe vágott a mai fizikusok felfedezésének s már jóval az ember megjelenése előtt kidolgozta ezt a bámulatbaejtő anyagot, amely a napsugarat alkotó számtalan fényhullámból éppen a legtöbb energiával rendelkezőket nyeli el. Vajjon ez nem egyik legmeglepőbb példája annak, miként alkalmazkodnak a szervezetek létfeltételeikhez? De itt természetesen felmerül egy újabb kérdés: milyen úton érte el a növény ezt a csodálatos eredményt? Könnyen lehetséges, hogy Engelmannel a vizinövények különböző pigmentjeivel foglalkozó kutatásai új fényt vetnek majd erre az érdekes kérdésre. Nyilvánvaló, hogy a klorofil funkciójának eredetileg a kezdetleges tengeri növényeknél kellett kialakulnia s éppen a vízalatti flóránál találkozunk a legkülönbözőbb pigmentekkel. A klorofil ezek között az anyagok között valószínűleg a legfontosabb; éppen ezért került ki győztesként a létért való küzdelemből s hódította meg a szárazföldet.“*

Tyimirjazevnél a klorofil funkcióinak fizikai-kémiai kutatásai egybeesnek annak elemzésével, hogy miként alakult ki ez a funkció a természetes kiválasztódás folyamatában. Tyimirjazev kimutatja, hogy a növények életének teljes megértéséhez nem elég csupán a fiziológiai folyamatok fizikai-kémiai oldalát megmagyarázni, hanem meg kell állapítani azt is, hogy milyen módon alakulhatott ki az adott

* *Tyimirjazev* Összes művei. I. köt. 385. old. (oroszul).

fiziológiai folyamat a fejlődés során, s milyen jelentősége volt a létért való küzdelemben. Tyimirjazev ebből a szempontból elemezte a növények zöld festékanyagát, s kimutatta, hogy a klorofil nem egyéb, mint a fizikai-kémiai funkcióhoz legnagyobb mértékben *alkalmazkodó* szenzibilizátor. A klorofilnak ez a meghatározása jellemző arra, hogy Tyimirjazev miként egyesíti munkásságában a fizikai, kémiai és legfontosabb biológiai szempontokat.

A reakciós német tudósok kezdetben elhallgatták, majd tagadták s végül a német Sachsnak és Pfeffernek tulajdonították az orosz fiziológus felfedezését. Manapság a reakciósok, főként néhány angol és amerikai tudós, kisebbiteni akarják a szovjet tudomány eszmei forrásait s tagadják Tyimirjazev érdemeit. A szovjet tudomány azonban megmutatta, mennyire termékeny volt az az irányzat, amelynek kezdete Tyimirjazev munkássága. Tyimirjazev eszméi lelkesítik azokat a szovjet fiziológusokat és genetikusokat, akik kollektív munkával, Micsurint követve, nagyszámú új növényfajtát termeltek ki.

Tyimirjazev munkáinak nagy jelentősége volt az orosz földművelésben. Állandóan figyelemmel kísérte az orosz agronómusok gyakorlati tevékenységét. Az egyetem elvégzése után résztvett az ásványi talajjavítókkal végzett kísérletekben, melyeket Mendelevjev szervezett a Szimbirszk kormányzó-ságban. Később is gyakran visszatért ezekhez a problémákhoz. Tyimirjazevet főként a növények nitrogénellátásának kérdése érdekelte. Ezen a területen az ő gondolatai adták az orosz agronómiai kutatások termékeny irányzatának alapjait. A gyakorlati agronómiának a növényöntözési rendszer problémájában szintén Tyimirjazev eszméi adtak kiindulási

lehetőséget. Tyimirjazev rámutatott arra, hogy a fokozott párolgás a nagyobb megvilágított felülettel függ össze. „A levelek zöld anyaga, a klorofil által elnyelt fénysugarak szolgálnak a szénsav felbontására is, a víz elpárologtatására is. Ebből következik, hogy a növény szükségszerűen kénytelen sokat párologtatni, azért, hogy sikeresen táplálkozhassék, mivel mindkét folyamat feltételei azonosak.“

Így tehát, Tyimirjazev szerint, a növény nagymértékű széndioxidfogyasztása és a nedvesség megőrzése ellentmondanak egymásnak. Ebből kiindulva, felülvizsgálták a növények szárazságtűrő képességének eddigi elgondolásait, s a szovjet tudomány eredményesen megoldotta ezt a problémát.

Tyimirjazev az agronómiában utat nyitott a darwinizmusnak. Mendelejev vezetésével még a hatvanas években hozzáfogott ahhoz, hogy kísérleti földek létesítését megszervezze. Később ő lett a kísérleti állomások hálózatának előharcosa. Munkáiban foglalkozott azzal a kapcsolattal, mely a növényfiziológia, az agrokémia, és az agronómia között fennáll.

1892-ben darwinista felfogása miatt Tyimirjazevet eltávolították a petrovszki akadémiáról. Ez sem gyengítette kiállását a darwinizmus mellett. Kiterjedt társadalmi tevékenysége, kitűnő közírói működése, népszerű tudományos könyvei és nagyszerű kísérleti felfedezései rendkívül népszerűvé tették nevét a haladó orosz értelmiség körében. Körülötte csoportosultak a haladó orosz tudósok, írók és politikusok. A moszkvai egyetem lett tevékenységének központja. Mikor Lebogyevről beszéltünk, már említettük az 1911. évi egyetemi eseményeket. Ezek az események még élesebben elválasztották

Tyimirjazevet a burzsoá-liberális köröktől. Politikai nézetei mind következetesebbekké váltak.

Tyimirjazev már régen, még a hatvanas években megismerkedett a marxizmussal. Egyike volt az elsőknek Oroszországban, akik „A töké“-t olvasták.

„Ez olyan régen volt — írta később Tyimirjazev megemlékezéseiben — hogy Vlagyimir Iljics még meg sem született, Plehanov pedig, akit sok marxistánk tanítójának tart, mindössze tízéves volt. 1867-ben Szimbirszen átutazva, ahol Mendelejev útmutatásai szerint végeztem kísérleteket, felkerestem P. A. Iljenkovot a nemrégén megnyílt Petrovszki Akadémián. Iljenkovot könyvtári dolgozószobájában, íróasztala mögött találtam; egy vastag s még új német könyv feküdt előtte, melyet éppen akkor vágott fel. Marx „A töké“-jének első kötete volt. Minthogy a munka 1867 végén jelent meg, nyilvánvaló, hogy ez volt az első, orosz kézbe került példányok egyike. Pavel Antonovics nyomban elragadtatással s az őt jellemző hozzáértéssel szinte kimerítő előadást tartott előttem arról, amit már elolvasott. Marx előző tevékenységét is ismerte, mert 1848-ban külföldön s főleg Párizsban tartózkodott. Viszont személyesen ismerte az orosz kapitalizmus úttörőinek, a cukorgyárosoknak tevékenységét is s így előtte jól ismert példákkal ábrázolhatta ezt a tevékenységet.“

Tyimirjazev a további ötven év folyamán — azután, hogy megismerkedett Marx tanaival — számos politikai esemény s természettudományos nézeteinek fejlődése alapján mindjobban közeledett a következetes forradalmi világnézethez. Az Oroszországban kialakult történelmi feltételek elkerülhetlenül a forradalmi világnézethez vezették ezt a

haladó, hazafias tudóst. Melyek voltak ezek a feltételek?

Oroszországban a XIX. század elején és a XX. század végén rendkívül kiéleződtek a kapitalizmus alapvető ellentmondásai. A tőkés elnyomás ebben az országban a feudalizmus maradványaival egyesült s a legkegyetlenebb, legvadabb, legbarbárabb formákban valósult meg. Az orosz tőkések és a cári kormányt a közös imperialista politika fűzte össze a nyugateurópai és az amerikai burzsoáziával. Külföldi tőkéseknek adták az ország kincseit, lenézték, megvetették és elárulták népüket és ágyútöltelékeknek használták a piacokért és nyersanyagforrásokért folytatott imperialista háborúban. A cári rendszer Oroszország elnyomott népeinek hóhéra volt. Itt a világ legforradalmibb munkásosztálya állt szemben a cárizmussal és a burzsoáziával. Oroszországban a jobbágyság maradványai közepette gyorsan kifejlődött a modern nagyipar s ennek eredményeként megmutatkozott, hogy a feudális csökevényekkel nagymértékben teleszótt országban megvan az egységes forradalmi proletariátus is. A burzsoá forradalomnak, a feudalizmus maradványai felszámolásának, az önkényuralom felszámolásának olyan körülmények között kellett végbemenniök, amelyekben a cárizmus az imperialista politika fegyverével, Lenin kifejezése szerint „katonai feudális imperializmussá“, a nyugati imperialisták ügynökévé és vérebévé vált, de amelyekben már fennállott az egységes és minden másíknál elszántabb forradalmi osztály s a parasztság már mindinkább a proletariátusban látta vezetőjét. Oroszországba helyeződött át a nemzetközi kommunista mozgalom központja. A bolsevik párt lett az imperializmus elleni harc mozgatóereje. Vezetői,

Lenin és Sztálin, továbbfejlesztették a marxizmust, alkalmazták az új körülményekre és feladatokra s ők lettek a proletárforradalom elméletének és taktikájának alkotómesterei, a marxizmus új fejlődési szakaszának ideológusai és elindítói.

Tyimirjazev nemcsak az embertelen kizsákmányolás és önkény példáit látta meg az őt környező orosz életben, hanem azokat az erőket is, amelyek képesek kivezetni az emberiséget a zsákutcából és biztosítani a tudomány és a kultúra igazi felvirágozását. Természetes tehát, hogy a bolsevik párt mellé állt, amely Oroszországot a forradalom felé, egy igazságos és harmonikus társadalom felépítése s az alkotó munka minden terén gigászi haladás felé vezette. Tyimirjazev az 1915-től 1919-ig terjedő időben gyakran levelezett Gorkijjal. A februári forradalom után, a Kornyilov-féle lázadás és az ellenforradalmi erők előnyomulásának napjaiban ezt írta Gorkijnak: „Jó egészséget, vigyázzon magára, talán átéljük ezt a gyalázatot is — noha alig hihető. Ügylátszik, a gazemberek diadalmaskodnak az egész vonalon s ma vagy holnap a Kornyilovok, a Miljukovok és a tökfű Rodzjankók visszaállítják a sztolipini «lecsendesítést», vagy valami még rosszabbat.“

A burzsoá újságokban állandóan ócsárolták a bolsevik pártot s ezeknek a lapoknak az olvasása olyan felháborodást váltott ki Tyimirjazevből, hogy ez már-már egészségét kezdte fenyegetni. Tyimirjazev rokonai mondják, hogy azidőtájt a bolsevik sajtó olvasása volt az egyetlen, ami megnyugtatta és szilárd bizalommal töltötte el az ész és az igazságosság elkerülhetetlen jövődjéről győzelme iránt. Tyimirjazev még 1917 tavaszán lelkes megjegyzéseivel írt tele egy újságoldalt, amely Lenin

Aprilisi Téziseit közölte. Természetes, hogy októberben szívből üdvözölte a politikai fordulatot s igyekezett minden erejét a forradalom szolgálatába állítani.

1920-ban, számos kitünő társadalmi és politikai, történelemtudományi és természettudományi cikk mellett, megjelent Tyimirjazev „Tudomány és demokrácia” című könyve. Ezt a könyvét elküldte Vlagyimir Iljicsnek is, aki rövidesen a következő levélben válaszolt:

„Kedves Klementyij Arkagyevics! Hálásan köszönöm könyvét és jóindulatú szavait. Valósággal ujjongtam a burzsoázia ellen és a Szovjethatalomért írott megjegyzéseinek olvasásakor. Erősen, erősen megszorítom a kezét s teljes szívemből egészséget, egészséget és egészséget kívánok Önnek.

Tisztelője *V. Uljanov (Lenin).*”

Ez a levél Tyimirjazev halálának előestéjén érkezett, amikor a nagy tudóst súlyos tüdőgyulladásába ágyba döntötte. Tyimirjazev még halálos ágyán is az országra, a kommunizmusra s a tudományra gondolt s ezt mondta orvosának, V. Sz. Vajszbrodnak: „Mindig igyekeztem szolgálni az emberiséget s örülök, hogy ezekben a számomra komoly percekben láthatom Önt, annak a pártnak a képviselőjét, amely valóban az emberiséget szolgálja. A leninizmust megvalósító bolsevikok — ez hitem és meggyőződéseim — a nép jólétéért dolgoznak s a boldogság felé vezetik a népet. Mindig Önökkel és az Önöké voltam. Közölje Vlagyimir Iljicscesel, lelkesedem érte, ahogyan a nemzetközi kérdéseket elméletben és gyakorlatban lángeszűen megoldotta.

Szerencsémnek tartom, hogy az ő kortársa s dicső tevékenységének tanúja lehetek. Meghajlok előtte s akarom, hogy erről mindenki tudjon. Adja át valamennyi elvtársnak őszinte üdvözetemet és jókívánságaimat a további sikeres munkához az emberség üdvére.“

A KOMMUNIZMUS ÉPÍTÉSE ÉS A SZOVJET TERMÉSZETTUDOMÁNY

Tyimirjazevnek, valamint az orosz természettudomány többi vezéralakjának példáján láthatjuk, mely erő hajtotta előre az orosz természettudósokat s vezette őket nemzetközi jelentőségű felfedezéseikhez. Ez az erő a mélyreható hazafiság, a nép érdekeinek odaadó szolgálata volt. A cárizmus igája, az önkény és a kizsákmányolás visszataszító megnyilvánulásai, a hivatalnokok, földesurak és a polgári körök megvetése, mellyel a népet és kultúráját illeték, mindez nem akadályozta meg az orosz tudósokat, hogy nehéz körülmények között, az ellenséges erők elleni küzdelemben megalkossák mindazokat a nagy értékeket, amelyek végső fokon a nép érdekeit szolgálták. Az orosz tudósok előrelátták azt az eljövendő boldog korszakot, amikor senki sem fogja többé a népet kizsákmányolni és senki sem merészeli majd lekicsinyelni a nép érdekeit és méltóságát. Ez a korszak most beköszöntött. Ha ma visszagondolunk a mult nagy gondolkodóira, büszkék vagyunk vívmányaikra, merészségükre s a népi gondolat bátorságát és mélységét visszatükröző nagy eszméikre. Ez még fokozza azoknak az embereknek büszkeségét, akik jelenleg olyan harmo-

nikus társadalomban élnek, mely a tudomány haladását biztosítja, minden nehézséget leküzd. A szovjet tudomány mozgatóereje a hazafiság, amely a szocializmus eszmei és anyagi fölényének világos felismerésén, a kommunizmusra való átmenet útjainak világos megértésén s azon a kívánságon alapszik, hogy mindenképpen segítse Lenin és Sztálin nagy ügyét.

A szovjet hazafiságot a fejlődés folytonosságának szálai fűzik a mult haladó orosz férfiainak hazafias törekvéseihez, de ez a hazafiság egyidejűleg valami tökéletesen újat is jelent. Tudjuk, hogy a hazafiság a haza termelőerőinek, a termelési viszonyoknak, a politikai, tudományos és kulturális intézményeknek haladó fejlesztésére irányuló törekvés. Ennek a fogalomnak tartalma azonban változó. Sztálin „A dialektikus és a történelmi materializmusról” szóló munkájában azt mondja: a természeti és társadalmi jelenségek általános kapcsolatából az a szükségesség következik, hogy történelmi szempontból vizsgáljunk minden társadalmi mozgalmat.

„Ha a világon nincsenek elszigetelt jelenségek, ha az összes jelenségek kapcsolatosak egymással és feltételezik egymást — akkor világos, hogy a történelemben előforduló társadalmi formákat és társadalmi mozgalmakat nem az «örök igazság» vagy valamely más, eleve feltételezett eszme szempontjából kell értékelni, mint ahogy a történetírók nem ritkán teszik, hanem azoknak a körülményeknek a szempontjából, melyek az illető társadalmi formát vagy mozgalmat létrehozták és amelyekkel kapcsolatban van.

A rabszolgarend a mai viszonyok közt képtelenség, természetellenes butaság. Ugyanez a rabszolgarend azonban a feloszlóban levő öskommunizmus

viszonyai között teljesen érthető és törvényszerű jelenség, mert az öskommunizmushoz képest haladást jelent.

A polgári demokratikus köztársaság követelése a cárizmus és a polgári társadalom fennállásának viszonyai között, mondjuk 1905-ben Oroszországban, teljesen érthető, helyes és forradalmi követelés volt, mert a polgári köztársaság akkor egy lépést jelentett előre. Polgári-demokratikus köztársaság követelése a mi mai viszonyaink között a Szovjet Szocialista Köztársaságok Szövetségében képtelen és ellenforradalmi követelés, mert a polgári köztársaság a tanácsköztársasághoz viszonyítva egy lépést jelent hátrafelé.

Minden a körülményektől, helytől és időtől függ.

Érthető, hogy a társadalmi jelenségeknek ilyen *történeti* felfogása nélkül történelemtudományról szóló tudomány létezése és fejlődése nem lehetséges, mert kizárólag ez a felfogás óvja meg a történelemtudományt attól, hogy véletlenségek káoszává és a legostobább tévedések halmazává fajuljon.“*

Manapság csupán az haladó, ami a társadalmat előreviszi a kommunizmus felé. Ezért hazafinak lenni ma annyit jelent, mint maximálisan elősegíteni az ország további áttérését a kommunizmusra. A szovjet hazafiság eszmeileg a mult nemzedékek hazafiságához kapcsolódik abban az értelemben, hogy a nép szolgálata, mely Ragyiscsevet, Herzent és Csernüsevszkijt lelkesítette, hogy ugyanaz a törekvés a haza maximális felvirágoztatására, mely Lomonoszov, Lobacsevszkij, Mendelejev, Szecsenov és a többiek tudományos alkotását előrelendítette, megsokszorozva még ma is él. Ma azonban az ország

* *Sztálin*: A leninizmus kérdései. Szikra 1949. 638. old.

maximális felvirágoztatása a szocialista rend és a szocialista állam további megerősödésében, a kommunizmus felé való további előrehaladásban, a marxista-leninista elmélet továbbfejlesztésében, valamint a szocialista ipar és mezőgazdaság fejlesztésében áll. Lomonoszov idejében a jobbágyi kézműipar fejlesztése, a vízierők kihasználása, új postavonalak nyitása, a mechanika kidolgozása történelmileg haladó volt s a nép hazafias szolgálatának a felsorolt társadalmi és kulturális folyamatokat kellett elősegítenie. Herzen és Csernüsevszkij idejében a feudális monarchiáról a polgári demokráciára való áttérés vagy, más téren, a klasszikus fizika és kémia stb. fejlesztése volt a haladó orosz hazafiak feladata. Annak az embernek, aki manapság küzdene a jobbágyi kézműiparért vagy a polgári demokráciáért, aki most akarná meghonosítani a kezdetleges gőzgépeket vagy az éter mechanikai hipotéziséért szállna síkra, a legreakciósabb szerepe volna. Az emberiség most új korszakba lépett, a Szovjetunió a kommunizmus felé halad s a tudós hazafisága ma abban áll, hogy olyan tudományt és technikát alkosson és honosítson meg, amely a legnagyobb mértékben segíti a leggyorsabb haladást a kommunizmus felé.

Ezért a szovjet hazafiság mindenekelőtt Marx, Engels, Lenin és Sztálin filozófiai és társadalmi tanításának elsajátítását és alkalmazását jelenti. Ez a tanítás irányítja a szovjet népet a kommunizmusért vívott harcában; a szovjet hazafiság kérlelhetetlenül leleplezi a burzsoá kultúra előtti hajbókolást és a tudományos kommunizmus ellen irányuló reakciós felfogások elfogadását; ez a hazafiság küzdelem a kommunizmus anyagi bázisainak, tudományos és műszaki előfeltételeinek megterem-

téséért, harc a Szovjetunió további iparosításáért és a kolhoz-mezőgazdaság további fellendülé-éért. Igyekezünk kimutatni, hogy a szovjet természet-tudomány éppen Marx, Engels, Lenin és Sztálin tanításának és a Bolsevik Párt iparosításért és kollektivizálásért vívott gyakorlati harcának köszönheti sikereit.

A szovjet hazafiság a nemzetköziségen, mindegyik nép sajátosságainak mély tiszteletén alapszik. A szovjet hazafiság nem választja el, hanem egyesíti a nemzeteket és a népeket.

„A szovjet hazafiság ereje abban áll — mondja Sztálin elvtárs — hogy nem faji vagy nacionalista előítéletekre, hanem a népeknek a Szovjet Haza iránti lelkes odaadására és hűségére, az országunkban élő valamennyi nemzet dolgozóinak baráti szövetségére támaszkodik. A szovjet hazafiságban harmónikusan olvadnak egybe a népek nemzeti hagyományai és a Szovjetunió minden dolgozójának közös érdekei. A szovjet hazafiság nem választja el, hanem ellenkezőleg, egységes testvéri családban tömöríti országunk valamennyi nemzetét és népét. Ebben kell látnunk a Szovjetunióban élő népek megbonthatatlan és egyre szilárduló barátságának alapját. A Szovjetunió népei ugyanakkor tiszteletben tartják a külföldi országok népeinek jogait és függetlenségét s mindig készek voltak békében és barátságban élni a szomszédos államokkal. Ebben kell látnunk államunk és a szabadságszerető népek növekvő és erősödő kapcsolatainak alapját.”*

A szovjet hazafiság e vonásait a formájában nemzeti s tartalmában szocialista szovjet tudomány

* Sztálin: A Szovjetunió Nagy Honvédő Háborújáról. Szikra 1949. 154—155. old

és kultúra tükrözi vissza. A szovjet tudomány összeegyezteti a nemzeti hagyományokat a szocialista építés általános érdekeivel. A Tudományos Akadémia tudományos és műszaki munkatervének lenini felvázolása, az ország villamosításának lenini-sztálini eszméje, a tudósok, mérnökök és agronómusok elé tűzött feladatok egész sora — ez irányította a kialakuló szovjet tudomány vezetőinek alkotó gondolatát, ez határozta meg pontosan feladataikat. Az ötéves tervek folyamán, a Nagy Honvédő Háború éveiben, úgyszintén a háborút követően a Szovjetunió gazdasági újjáépítésének és további fejlesztésének éveiben Sztálin elvtárs konkrét útmutatásai, melyeket a tudósoknak, tervezőknek és feltalálóknak nyújtott, biztosították és biztosítják a nagy győzelmeket a szovjet tudomány, technika és kultúra valamennyi frontján.

Ahhoz azonban, hogy egész kiterjedésében lássuk Leninnek és Sztálinnak a tudomány fejlesztése körüli kivételes és a történelemben példátlanul álló szerepét, meg kell értenünk, hogy a szocializmus nagy vezéralakjainak egész elméleti és gyakorlati tevékenysége, tudományos munkáik egész kincses-tára, a szocializmus győzelmes építése által létrehozott körülmények összesége — jelenleg mindez a tudományos haladás mozgatóereje.

Tyimirjazev egyízben a XVIII. századot az „ész századá“-nak, a XIX. századot pedig a „tudomány századá“-nak nevezte. A mi századunkat olyan korszaknak nevezhetnők, amely teljesen, minden korlátozás nélkül átülteti a tudományt és az észszerűséget az emberek életébe, amely a tudomány és az értelem tételei szerint alakítja át a társadalmi viszonyokat, az államformákat, a termelést, sőt a természetet is. Ez azonban csak a földnek egy ré-

szén van így — ahol a szocializmus feltételei állnak fenn. A többi országok zömében még mindig fennáll és uralkodik a kapitalizmus. Ott a tudományt és az észt — amint ez a forradalomelőtti Oroszországban is történt — a tőkés profit fojtoztatja, a termelés nem válthatja valóra a legmerészebb tudományos elgondolásokat, a tudomány elszakadt a munkától, a néptől, a tőke szolgálatában áll, s burzsoá fétisek és előítéletek hatják át. A burzsoá tudomány a dolgozók véres és állati kizsákmányolásának, a gyarmati népek elnyomásának és az imperialista rablásnak igazolása és örökös fenntartása érdekében elárulja az objektív igazságot.

A Nagy Októberi Szocialista Forradalom felszabadította a tudományt, hatalmas ösztönzést adott a szabad, semilyen dogma előtt meg nem hajló, a szocialista építéssel elszakíthatatlanul összefüggő, mindent legyőző tudományos gondolatnak. A haladó forradalmi tudományos gondolat átvette s magába szívta mindazt, ami legjobb volt a múlt századok tudományában, de új, sokkal magasabb fokra emelte a régi tudomány hasznos elemeit. A múlt legnemesebb hagyományaira támaszkodva halad előre s ugyanakkor lerombolja a maradt s az elavultat.

Sztálin elvtárs a főiskolák tudományos munkatársainak fogadásán megemlékezett arról, hogy a tudomány története nem kevés olyan bátor tudóst ismer, aki „semilyen akadállyal nem törődve, mindennel dacolva, össze tudta törni a régit és tudott újat alkotni“. Sztálin elvtárs ezt mondotta: „Emlékezzenek az 1917-es évre. Oroszország társadalmi fejlődésének tudományos elemzése alapján, a nemzetközi helyzet tudományos elemzése alapján Lenin

akkor arra a következtetésre jutott, hogy az egyetlen kivezető út a helyzetből a szocializmus győzelme Oroszországban. Ez az akkori idő sok tudományos férfia számára több mint váratlan következtetés volt. Plehanov, a tudomány kiváló férfiainak egyike, akkoriban megvetéssel beszélt Leninről és azt állította, hogy Lenin «félrebeszél». A tudomány nem kevésbé ismert más férfiainak azt állították, hogy «Leninnek elment az esze», s hogy el kellene őt valahová dugni, lehetőleg jó messzire. A tudomány minden rendű és rangú embere Lenin ellen üvöltözött akkoriban, mint olyan ember ellen, aki lerombolja a tudományt. Lenin azonban nem riadt vissza attól, hogy az ár ellen ússzon és szembeforduljon a megcsontosodással. És Lenin győzött.“*

Sztálin elvtárs munkássága ragyogó példája a tudományos merészségnek. A sztálini eszmék győzelme, mely a szocializmusnak a Szovjetunióban kivívott győzelmében, az iparosítás és a kollektivizálás győzelmében, a szovjet népnek a Nagy Honvédő Háborúban elért győzelmében testesül meg — ez a tudomány, a tudományos kommunizmus legnagyobb diadala a világtörténelemben.

A marxizmus-leninizmus klasszikusainak gondolatai messze túlmennek a régi elavult nézeteken, a társadalmi élet régi, elavult, igazságtalan formáin. Fegyverré, a jövőjükért harcoló tömegek fegyverévé váltak a társadalom átalakításáért folyó harcban. A. A. Zsdanov elvtárs 1947 június 24-i felszólalásában a filozófiai vitához, kiemelte azt az elsőrangúan fontos történelmi tényt, hogy a marxizmus a tömegekkel fennálló közvetlen és szakadat-

* *Lenin—Sztálin: A szocialista munkáról és munkaversenyről.* Szikra 1949. 160. old

lan kapcsolata következtében, gyökeresen különbözik valamennyi előző társadalmi és filozófiai irányzattól. A múlt filozófiai rendszerei zárt filozófiai iskolák és magánosok tulajdonát alkották. A marxizmus ezzel szemben a tömegek világnézete, a marxizmus klasszikusai pedig a legszélesebb néptömegek vezetői.

„... a proletariátus tudományos világnézetének, a marxizmusnak megjelenésével — mondotta Zsdanov elvtárs — befejeződik a filozófia történetének ósdi korszaka, amikor a filozófia egyes emberek foglalkozása, néhány önmagába merülő, az élettől a néptől elszakadt, a néptől idegen filozófusból s azok tanítványaiból álló filozófiai iskola tulajdona volt.

A marxizmus nem ilyen filozófiai iskola. Ellenkezőleg, a marxizmus a régi filozófia leküzdése, mert ez a régi filozófia néhány kiválasztott — a szellem arisztokratáinak tulajdona volt; a marxizmus teljesen új korszak kezdete a filozófia történetében, amikor a filozófia tudományos fegyverré vált a kapitalista elnyomás alóli felszabadulásukért küzdő proletártömegek kezében.

A marxista filozófia, az előbbi filozófiai rendszerektől eltérően, nem a többi tudomány felett álló tudomány, hanem a tudományos kutatásnak olyan eszköze, módszere, amely áthatja a társadalom- és természettudományt s e tudományok adataival gazdagszik azok fejlődése folyamán. Ebben az értelemben a marxista filozófia az összes előbbi filozófiák legteljesebb és leghatározottabb tagadása.“*

* Zsdanov: A művészet és filozófia kérdéseiről. Szikra 1949. 14. old.

A marxizmusnak, mint a természettudományt és a társadalomtudományokat átható tudományos kutatómódszernek, valamint a felszabadulásukért harcoló tömegek tudományos fegyverének e szerepe határozta meg azt a rendkívüli figyelmet, amellyel a marxizmus-leninizmus klasszikusai a természettudományok egyes ágazatainak fejlődését kísérték. Az ő számukra a proletariátus harcának érdekei jelentik az alapvető kritériumot a tudományos vívmányoknak s e vívmányok történelmi jelentőségének értékelésében.

Engels Marx sírjánál mondott beszédében hangoztatta: „A tudomány Marx számára a történelmet mozgató, forradalmi erő volt. Akármilyen nagy öröme telt is valamely elméleti tudomány új felfedezésében, amelynek gyakorlati alkalmazhatósága még talán meg sem volt állapítható, egész más örömet érzett, ha olyan felfedezésről volt szó, amely azonnal forradalmi hatással volt az iparra, általában a történelmi fejlődésre. Így élénk figyelemmel kísérte az elektromosság terén tett felfedezéseket s az utolsó időkben még Marcel Deprez felfedezéseit is.“*

Lenin és Sztálin munkáiban még konkrétabb formában és még magasabb szinten kapcsolódnak egymáshoz a speciális természettudományi felfedezések és a dolgozó tömegek érdekei. Így például az elektromosság problémái nem csupán az iparfejlesztés meggyorsításának szemszögéből, nemcsak abból a szempontból érdekelték őket, amennyiben siettetik a forradalom kibontakozását, hanem a szocializmus műszaki anyagi bázisainak építése szempontjából is.

* *Marx—Engels: Válogatott művek* II. köt. Szikra 1949. 164. old.

Lenin és Sztálin minden speciális tudományos problémát abból a szempontból vizsgál, hogy milyen jelentősége van a kommunizmus megvalósításának elősegítésében. Sztálin elvtárs úgy határozza meg a dialektikus materializmust, mint a marxista-leninista párt világnézetét. Ez a meghatározás fél-százados elméleti munkásságnak és gyakorlati harc-nak összegezése. Engels írta a „Feuerbach“ befe-jező soraiban, hogy az igazi filozófiai érdeklődés csak a munkásmozgalomban van meg: itt nincsenek meg az elméletet lealacsonyító szempontok, „... el-lenkezőleg, mennél kíméletlenebbül és elfogulatla-nabbul jár el a tudomány, annál inkább van össz-hangban a munkások érdekeivel és törekvéseivel“.* Ezeket a sorokat Engels a nyolcvanas évek végén írta. Húsz évvel később, a munkások további osztályharcának és a marxizmus ezt követő fejlődésé-nek tapasztalata alapján, Lenin a „Materializmus és empiriokriticizmus“-ban kifejtette tanítását a fi-lozófia pártosságáról. 1938-ban Sztálin elvtárs „A dialektikus és a történelmi materializmusról“ című munkájában világosan megfogalmazta a kapcsola-tot a forradalmi világnézet és a forradalmi cselek-vés pártja között, s meghatározta a dialektikus ma-terializmust, mint a marxista-leninista párt világ-nézetét.

A ma-élenjáró tudósa, Lenin és Sztálin példá-ját és eszméit követi, meglátja az osztály- és tár-sadalmi érdekeket a tudományos iskolák és filozó-fiai áramlatok küzdelmében s rámutat ezeknek összefüggéseire a politikai irányzatokkal és a tár-sadalmi harccal. Lenin megerősítette, hogy a leg-

* *Marx—Engels: Válogatott művek* II. köt. Id. kiad. 397. old.

elvontabb marxista tudományos kutatást is a reakcióval szembeni lángoló, szenvedélyes gyűlöletnek kell áthatnia. „A töké“-ről, amely halhatatlan példája az ilyen kutatásnak, ezt írta: „... kevés tudományos értekezésben talál az ember annyi «szívet», annyi heves és szenvedélyes vitakirohanást az elavult nézetek képviselői, azoknak a társadalmi osztályoknak képviselői ellen, akik a szerző meggyőződése szerint a társadalmi fejlődést gátolják. Az író, aki kérlelhetetlen tárgyilagossággal mutatta ki, hogy — mondjuk — Proudhon nézetei a francia petit bourgeois* nézeteinek és hangulatának természetes, érthető, elkerülhetetlen tükröződései — mégis a legnagyobb szenvedéllyel, heves haraggal «csapott le» a kispolgárság eme ideológusára“.**

Lenin és Sztálin valamennyi munkáját áthatja a reakcióval, a kizsákmányoló rend ideológiai igazolásával szembeni szenvedélyes gyűlölet. A szovjet tudósok — miként a pártos filozófia, a pártos tudomány eme klasszikus mintaképei — kérlelhetetlenül küzdenek a tudományellenes elferdítések, az igazságtalanság, az elnyomás és kizsákmányolás ideológiai igazolása s a burzsoá ideológia reakciós hatása ellen.

A marxista-leninista irodalomban a reakciós, tudományellenes nézetek lerombolása egybeesik az igazi tudományos problémák pozitív megvilágításával és újabb tudományos eredmények teremtésével. Ez jellemző a klasszikus marxista irodalomra. Emlekeztetünk az „Értéktöbblet-elmélet“-re, az „Anti-Dühring“-re, a „Mi a teendő?“-re, a „Materializmus és empiriokriticizmus“-ra, az „Anarchizmus vagy

* — kispolgár — Szerk.

** *Lenin Művei*. 3. kiad. II. köt. 335. old. (oroszul).

szocializmus“-ra, a „Marxizmus és nemzeti kérdés“-re, a „Leninizmus kérdései“-re, valamint Marx, Engels, Lenin és Sztálin valamennyi többi művére. Ezek a művek elszakíthatatlanul egybekapcsolódnak a szocializmusért vívott gyakorlati harccal és a marxizmus-leninizmus egységes építményét alkotják.

Az egész világ valamennyi haladó tudósának világosan kell látnia azt, hogy a marxista-leninista elmélet nélkül lehetetlen a társadalmi, politikai és filozófiai eszméknek, sőt a természettudománynak is bármilyen előrehaladása. Ezért rendkívül fontos ma a tudomány számára, hogy pontosan lássa a dialektikus materializmusnak és a mult filozófiai felfogásainak történelmi összehasonlíthatatlanságát, valamint a marxizmus-leninizmus és a vele szemben álló, ellenséges burzsoá ideológia ellentétét.

A marxista filozófiai materializmus a szüntelenül fejlődő tudomány legmagasabbrendű általános érvényűsége és leghatalmasabb fegyvere. Klasszikus példája a tudomány dialektikus materialista általánosításának Lenin „Materializmus és empiriokritizmus“ című műve. Lenin ebben a munkában a bolsevizmus ideológiai elveiért folytatott harcában lerombolta a machizmust. Lenin azonban, Plehanovtól eltérően, a pártosság szempontjából vizsgálja a machizmust, kimutatja összefüggését a természettudomány fejlődésével, a társadalmi erőknek magában a természettudományban folyó harcával, elemzi a természettudomány különböző irányzatainak mozgatóerőit és társadalmi gyökereit — másszóval, tisztázza lényege szerint a természettudomány fejlődését. Lenin kimutatja, hogyan torzítják el a machisták az új fizika tényleges értelmét, hogyan szakítanak ki belőle néhány részletet s adnak ezeknek

helytelen és hazug értelmet. Nem szabad szemet húnyni az új tények előtt a tudomány fejlődésében, nem szabad szemet húnyni az összefüggés előtt, amely e tények és ezeknek az idealista elméletekben felmerülő elferdített filozófiai értelmezése között fennáll, nem szabad lemondani valóságos, helyes, materialista magyarázatukról s ennek megfelelően a materializmus további fejlesztéséről. Plehanov nem akarta továbbfejleszteni a materialista elméletet. Ezért nem tanulmányozta és nem tisztázta az újabb fizikai elméleteket s nem kutatta a machizmus összefüggését az új fizikával. Ezt az összefüggést figyelmen kívül hagyni, amint ezt Plehanov teszi, „annyi, mint gúnyt üzni a dialektikus materializmus szelleméből, azaz feláldozni Engels módszerét Engels egyik vagy másik betűje kedvéért” — mondja Lenin.*

A dialektikus materializmus fegyver, amely a harcokban éleződik. Plehanov, aki kiterjedt filozófiai ismeretekkel és kiváló képességekkel rendelkezett, nem merte felvenni a harcot s „megugrott”. Szépen megírt és a marxizmus terjesztése szempontjából nagyon hasznos filozófiai munkáiban ezért nem fejlesztette mégsem tovább a dialektikus materializmust, nem gazdagította új eszmékkel s nem alkalmazta az új kérdések megoldására olyan mértékben, amint ezt Lenin és Sztálin teszik.

Lenin, Sztálin és tanítványaik számára, csakúgy, mint Marx és Engels számára a filozófia pártos tudomány. Marx és Engels, Lenin és Sztálin a filozófiai elméletek osztálygyökereinek felkutatására tanítanak, ez pedig annyit jelent, hogy nem

* *Lenin: Materializmus és empiriokriticizmus. Szikra 1949. 254. old.*

kell hinni (mint ahogyan valamennyi orosz machista, az elfajultak s a marxizmus ellen kétszínűen harcolók, hittek) egyetlen burzsoá tudós filozófiai következtetéseinek sem. Ez annyit is jelent, hogy nem szabad megugrani, amint ezt Plehanov tette, hanem szembe kell szállni az ellenfelekkel, meg kell ragadni az idealisták kezét, amikor a tudományt elferdítik és helyesen, tudományosan kell értelmezni a tudományos elméleteket. A burzsoá tudósok elkerülhetetlenül hazug filozófiai értelmet adnak felfedezéseiknek. „Ezek a professzorok a legértékesebb műveket képesek ugyan adni a kémia, a fizika története speciális területén, de *egyetlenegynek* sem szabad közülük elhinnünk *egyetlen szót sem*, amikor filozófiáról van szó. Miért? Ugyanazon oknál fogva, amiért a politikai gazdaságtan *egyetlenegy* professzorának sem szabad elhinnünk *egyetlen szót sem*, mihelyt a politikai gazdaságtan általános elméletéről van szó, bármilyen értékes munkákat képes is adni a tényekkel foglalkozó speciális kutatások terén. Mert a politikai gazdaságtan a modern társadalomban éppen olyan párttudomány, mint az ismeretelmélet.“*

A gazdaságtan professzorai bebizonyítják a kizsákmányolás örökkévalóságát és igazságosságát, nagyjában és egészében csak az iparmágnások és gyárosok tudós segédei, a filozófia-professzorok viszont a teológusok tudós segédei. A marxisták feladata — folytatja Lenin — hogy feldolgozzák e „segédek“ eredményeit, és ugyanakkor *értsenek* ahhoz is, hogy lenyessék reakciós tendenciájukat, *értsenek* ahhoz, hogy keresztülvigyék *saját* vonalu-

* Lenin: Materializmus és empiriokriticizmus. Id. kiad. 350—351. old.

kat, és harcot folytassanak a velük szemben ellenséges erők és osztályok *egész vonalával**.

Igy járt el Lenin a „Materializmus és empiriokriticizmus“-ban. Szétzúzta az orosz empiriokritikusok és tanítók elméletét, s egyúttal helyes, dialektikus materialista értelmezését adta az új tudományos felfedezéseknek. Lenin könyve nemcsak leleplezi a marxizmus ellenségeit. „Lenin könyve egyúttal a marxizmus elméleti alapjainak, a dialektikus és a történelmi materializmusnak védelmét is adja és materialista összesítését mindannak, ami fontos és lényegbevágó volt abban, amit a tudomány és elsősorban a természettudomány, egy egész történelmi szakasz folyamán — Engels halálától Lenin «Materializmus és empiriokriticizmus» című könyvének megjelenéséig — újat alkotott.“**

Sztálin elvtárs már régebbi filozófiai műveiben, az „Anarchizmus vagy szocializmus?“ című munkájának filozófiai fejezeteiben nemcsak kifejti Marx filozófiai tanítását — a tudomány egész előző fejlődéséből levonható általánosítást, hanem, mint alkotó dolgozza ki ezt a tanítást, új érveket talál a dialektika és a materializmus védelmére, alkalmazza Marx és Engels filozófiai tanítását az új problémákra és konkretizálja ezt a tanítást a tudomány és a gyakorlat új tényeire vonatkoztatva. Sztálin elvtárs emellett az anarchisták elleni vitájában utal a tudomány történetéből vett számos példára, hivatkozik Pascalra és Leibnizre, Meyerre és Helmholtzra, Lamarckra és Darwinra, kitér Cuvier elméletére, fegyverként használja fel a természettu-

* *Lenin. Materializmus és empiriokriticizmus. Id. kiad. 351. old.*

** A Szovjetunió Kommunista (bolsevik) Pártjának története. Szikra 1949. 110. old.

domány történetét a marxizmus védelmére és fejlesztésére s a bolsevizmus propagandájára.

Rendkívül mélyreható, teljes és rendszeres meghatározást ad Sztálin elvtárs a dialektikus és történelmi materializmusról a filozófiai gondolat lángeszű művében, „A dialektikus és a történelmi materializmusról“ című munkájában. Ebben összefoglalja a gyakorlat és tudomány, s főleg a természettudomány egész fejlődésének legáltalánosabb filozófiai eredményeit. A természeti jelenségek összefüggésére, a mozgásra, a mennyiségnek minőségbe való átmenetére, az újnak a régi elleni harcára, a világ anyagiságára, objektivitására és megismerhetőségére vonatkozó sztálini meghatározások lehetővé teszik a korszerű természettudománynak és történelmi fejlődésének megvilágítását. Valamennyi természettudományos elmélet ábrázolja és alátámasztja az emberi megismerés kvintesszenciáját, a dialektikus materializmust — a Sztálin elvtárs munkájában kibontakozó lángeszű következetességgel, harmonikus rendezettséggel és mélységgel.

Lenin „Materializmus és empiriokriticizmus“ és Sztálin „A dialektikus és a történelmi materializmusról“ című munkája két hatalmas jelzőoszlopa a filozófia fejlődése lenini-sztálini szakaszának. Új, rendkívül éles fényt vetnek a társadalom-, a műszaki- és a természettudományok valamennyi ágára. Lenin és Sztálin művei, „A Szovjetunió Kommunista (bolsevik) Pártjának története“, a legfőbb fegyverek a tudósok látkörének kiszélesítésére, ahhoz, hogy bátor gondolkodókká váljanak.

A tudományos káderek kiképzésének és nevelésének elvét megvilágítja Sztálin elvtárs következő útmutatása a Szovjetunió Kommunista (bolsevik) Pártjának XVIII. kongresszusán:

„A fiatal káderek nevelése és kialakítása nálunk rendszerint az egyes tudományok és technikai ágak szerint, szakmák szerint történik. Ez szükséges és célszerű. Nincs szükség arra, hogy az orvos-szakember egyúttal szakember legyen a fizikában, vagy a növénytanban és megfordítva. De van egy tudományág, amelynek ismerete feltétlenül kötelező minden tudományág bolsevikjai számára — ez a marxista-leninista társadalomtudomány, a társadalom fejlődési törvényeiről, a proletárforradalom fejlődési törvényeiről, a szocialista építés fejlődési törvényeiről, a kommunizmus győzelméről szóló tudomány. Mert nem lehet valódi leninistának tartani azt az embert, aki leninistának nevezi ugyan magát, de begubózott a maga szakmájába, bezárkózott, mondjuk, a matematikába, a növénytanba vagy a vegyészetbe és a saját szakmáján túl semmit sem lát. A leninista nem lehet csupán kedvelt tudományágának specialistája — hanem egyúttal politikusnak és társadalmi embernek is kell lennie, élénken érdeklődni kell országa sorsa iránt, ismernie kell a társadalmi fejlődés törvényeit, tudnia kell alkalmazni ezeket a törvényeket és arra kell törekednie, hogy az ország politikai vezetésében aktív része legyen. Természetesen, a bolsevik szakemberek számára ez még külön megterhelés lesz. Azonban ez olyan megterhelés, amely bőségesen meghozza a maga gyümölcsét.“*

Mit jelent elsajátítani a marxista-leninista elméletet? „A Szovjetunió Kommunista (bolsevik) Pártjának története“ ragyogó választ ad erre a kérdésre. E könyv mélyreható és világos meghatározásainak

* *Sztálin*: A leninizmus kérdései. Id. kiad. 704—705. old.

kiindulóponttá kell válniok a tudósok marxista-leninista nevelésében.

„Azt hihetné valaki, hogy a marxista-leninista elméletet elsajátítani annyit jelent, mint lelkiismeretesen betanulni a Marx, Engels és Lenin műveiben található egyes tételeket és következtetéseket, megtanulni azokat idejében idézni és ezzel megelégedni, remélve, hogy a betanult tételek és tanulságok minden helyzetben, az élet minden körülményei között alkalmazhatók. De a marxista-leninista elmélet szerepét így felfogni teljesen helytelen. A marxista-leninista elméletet nem szabad dogmák gyűjteményének, katekizmusnak, valami hitvallásnak, a marxistákat pedig nem szabad betűragóknak és könyvmolyoknak tekinteni. A marxista-leninista elmélet a társadalom fejlődéséről szóló tudomány, a munkásmozgalomról, a proletárforradalomról, a kommunista társadalom felépítéséről szóló tudomány. Mint tudomány, nem áll és nem állhat egy helyben, hanem fejlődik és tökéletesedik. Érthető, hogy fejlődésében okvetlenül új tapasztalatokkal, új ismeretekkel kell gazdagodnia, egyes tételeinek és tanulságainak pedig az idők folyamán okvetlenül változniok kell, okvetlenül ki kell cserélődniök új, az új történelmi viszonyoknak megfelelő tételekre és tanulságokra.

A marxista-leninista elmélet elsajátítása egyáltalán nem azt jelenti, hogy kívülről betanuljuk ennek az elméletnek a tételeit, következtetéseit és minden betűjéhez makacsul ragaszkodjunk. A marxista-leninista elmélet elsajátításának első feltétele az, hogy megtanuljunk különbséget tenni az elmélet betűje és lényege között.

A marxista-leninista elmélet elsajátítása annyit jelent, hogy magunkévá tesszük ennek az elméletnek a *lényegét* és megtanuljuk ennek az elméletnek az

alkalmazását a forradalmi mozgalom gyakorlati kérdéseinek eldöntésénél, a proletariátus osztályharcának különböző viszonyai között.

A marxista-leninista elmélet elsajátítása annyit jelent, hogy az elméletet gazdagítani tudjuk a forradalmi mozgalom új tapasztalataival, gazdagítani új tételekkel és következtetésekkel, *fejleszteni tudjuk és előbbrevinni*, nem riadva vissza attól, hogy az elmélet lényegéből kiindulva, egyes tételeit és következtetéseit, amelyek már elavultak, új, az új történelmi helyzetnek megfelelő tételekkel és következtetésekkel cseréljük fel.

A marxista-leninista elmélet nem dogma, hanem a cselekvés vezérfonala.“*

Mit jelent ez a követelés a tudósok számára? Azt jelenti, hogy a tudósoknak alaposan el kell sajátítaniok a marxizmus-leninizmus lényegét, merész felfedezésekkel, a tények, a tapasztalat, a gyakorlat beható tanulmányozásával kell gazdagítaniok ezt az elméletet, nem szabad az eddig elért fogalmaknál, megállapításoknál és hagyományoknál megállniok, előre kell menniök, követniök kell a tudomány legnagyobb vezéralakjainak — Leninnek és Sztálinnak példáját.

Rendkívül éles ellentétben áll a marxizmus szellemével a marxista terminológia mechanikus bema-golásának kísérlete, valamint e terminológia gépies felhasználása a szakkérdések fejtegetésénél. A marxizmus idézeteivel és tételeivel teleírt tudományos könyv marxistaellenes, leninellenes lesz, ha az elavult fogalmakat bálványozza, egy helyben topog, visszahúzza, nem pedig előremozdítja a tudományt.

* A Szovjetunió Kommunista (bolsevik) Pártjának története. Id. kiad. 373—374. old.

A könyvek, a felfedezések, a kísérletek, az elméletek akkor felelnek majd meg a marxizmus-leninizmus lényegének és tanúsítják annak tényleges elsajátítását, ha valóban előbbreviszik a tudományt, gazdagítják az elméletet s magából a marxizmus-leninizmus lényegéből indulnak ki. Meg kell értenünk, hogy a tudós számára a forradalmi elmélet elsajátításának mutatója a tudós munkájának tendenciája. Az a tudós sajátította el a leninizmust, aki fáradhatatlanul igyekszik megtalálni a tanulmányozott jelenségek anyagi alapját, nem áll meg formális leírásuknál. A technikában mind észszerűbb szerkezeteket és módszereket keres, a tudomány minden ágában bátran küzd a tudományellenes áltanok ellen, munkájában a szocialista építés szükségleteiből indul ki és követi a kommunizmus nagy előharcosainak példáját.

Ez jelenleg a tudományos és műszaki haladás legjelentősebb láncszeme. A Szovjetunióban minden megvan ahhoz, hogy a lehető leggyorsabb technikai haladást biztosítsuk, a külföldi országokat a tudomány és a technika terén megelőzzük: óriási, élenjáró üzemek, fejlett gép- és műszeripar, nagyszerű laboratóriumok. A szovjet állam, a szovjet nép, a kommunista párt és maga Sztálin elvtárs nagy figyelmet fordítanak a tudományra. Csupán az kell, hogy a tudományos és műszaki káderek bátran vigyék előre a tudományt. A marxizmus elmélete és gyakorlata, vezéreinek példája, az olyan nagy tudósoknak, mint Leninnek és Sztálinnak — tudományos és gyakorlati tevékenységének — példája, mindez legyőzhetetlen fegyver a tudomány és a technika munkásainak kezében.

Minél mélyrehatóbban tanulmányozza a tudomány munkása a marxizmus-leninizmus klassziku-

sainak nagy műveit, annál merészebbé és erőteljesebbé válik tudományos munkássága.



Amint már mondtuk, Lenin és Sztálin óriási hatással voltak a tudományos fejlődés ütemére és irányára. Lángeszű műveik, az általuk alkotott és megvalósított eszmék: a tudományos munka új feltételeinek megteremtése, a tudománnyal szemben támasztott új követelések és a tudományos kutatás új lehetőségei, mindez a tudomány fejlődésének óriási ösztönzője volt.

Korszakunkra és a szovjet társadalomra jellemző a tudományos elmélet és gyakorlat szoros kapcsolata. Ha a tőkés társadalomban a tudomány eredményeinek éppen nagy hordereje vezet gyakran a gyakorlati kivihetetlenséghez, a szovjet államban minél nagyobb a tudományos elgondolás hordereje, annál szorosabb a kapcsolata a torradalmi gyakorlattal. A sztálini korszakban a gyakorlati tervek nagyszabású mérétei támogatják és ösztönzik a tudomány fejlődését. A tudomány tervszerűsége — mely érdeklődését a szocialista gyakorlat felé irányítja — egyáltalán nem korlátozza a tudományos alkotómunkát, hanem ellenkezőleg, ez utóbbi valódi felvirágozásának feltétele, a tudományos alkotómunka nem formális, hanem valódi szabadságának alapja. A szocialista állam népgazdasági feladatainak nagysága és széleskörű kiterjedése a legmerszebbmenő elvi állásfoglalásokat, az elméleti kérdések leggyökeresebb megoldását követeli a tudománytól. A szellemi és a testi munka közötti különbség kiküszöbölése, a földművelés túlnyomóan ipari jellegűvé válása, a termelés gépesítése, a technikát szakadatlanul változtató és újító villamosítás és

vegyiparosítás, a Sztahanov-mozgalom, új területek akklimatizálása, magának a természetnek átalakítása — vajjon mindez nem igényli-e az alapproblémák kidolgozásának szükségességét a tudomány valamennyi ágában? A legmesszebbmenő és legmerészebb tudományos tervek gyakorlati támaszra, az állam rokonszenvére és segítségére találnak s ezzel megnyílik gyors kivitelezésük lehetősége s átvitelük a gyakorlatba.

Éppen ez a tudomány valódi szabadsága, melyről nem is álmodhatnak a Nyugat tudósai és nem álmodhattak az orosz tudósok sem a Nagy Októberi Szocialista Forradalom előtt.

A Nagy Októberi Szocialista Forradalom tág teret nyitott a nép tudományos géniusza kibontakozásának. Tucatnyi példát hozhatnánk fel arra, hogy a tudósok a szó legszorosabb értelmében új életet kezdtek a forradalom által létrehozott új viszonyok között. Ez vonatkozik Tyimirjazevre, Micsurinra, Pavlovra, Rozsgyesztvenszkijre, Zsukovszkijra, Szevercovra, Viljamszra, Vernadszkijra, Kurnakovra, Krülovra, Bahra, Karpinszkijre, Komarovra és számos más tudósra. Ragadjunk ki csupán egy példát: K. E. Ciolkovszkijnak, a kiváló orosz tudósnek sorsát. Nagy horderejű tudományos tervek jellemzik alkotómunkásságát. Ciolkovszkij volt az úttörője a reaktív mozgás modern elméletének. Sok évvel az első aeroplán megjelenése előtt kidolgozta a repülés problémáit. Ő volt az első tervezője a fémből készült kormányozható léghajónak. Tudományosan megalapozott megoldást talált az interplanetáris közlekedés problémájának megoldására. A régi Oroszországban Ciolkovszkij „szabadon“ tengődhetett egy eldugott vidéki lyukban és tragikus módon érezhette a szakadást elgondolásai

és merev, megcsontosodott, fásult környezete között. Kalugában, abban az időben a nyomdának, amely Ciolkovszkij munkáit kinyomtatta, nem voltak a szedéshez szükséges általánosan elfogadott matematikai jelei s így a rövidített szavakkal visszaadott képletek érthetetlenekké váltak s alig lehetett őket kibetűzni. A szovjet hatalom alatt Ciolkovszkij alkotómunkássága élénk visszhangra talált a szocialista gyakorlatban. Elegendő felsorolni azoknak a kéziratoknak címét, amelyeket a híres tudós a szovjet korszakban írt: „A sarkok“, „Lakásépítés száraz és forró pusztaságokban“, „Gázturbinák“ stb. Milyen közel állnak ezek a problémák a szovjet gyakorlathoz, amely feltárja a sarkvidéket, Karagandát és Dzsezkazgánt, újjáépíti az energetikát, új turbinákat alkot stb.

A szovjet tudományban nincs szakadás a tudományos elmélet és a gyakorlati megvalósítás között. A szocializmusban a műszaki haladás, amelyet nem ver többé bilincsbe a magántulajdon, eddig soha nem látott gyorsasággal hagyja maga mögött a régi normákat, a régi jelszavakat s a régi, megszokott fogalmakat. Az empirikus hagyomány, a berögződött előírások, a maradi kézműipari módszerek nem élvezik a szovjet gazdaság rokonszenvét. Ezt a gazdaságot teljesen áthatják a tudományos módszerek. Ezért van a tudománynak óriási szerepe. Hiszen a technika csak a sztálini korszakban, csak a szocializmusban válik teljesen észszerűvé és tudományossá, csak itt szabadul meg a tudományellenes hagyományoktól. Szocialista módra vezetni a gazdaságot — ez azt jelenti, hogy új technikát kell alkotni, áttérni nagyobb sebességekre, nagyobb nyomásokra, hőmérsékletekre, feszültségekre és frekvenciákra, átalakítani a fémbázist, soha nem látott épít-

ményeket alkotni, fokozni a munka termelékenységét, forradalmasítani valamennyi normát, gépesíteni a termelés minden ágazatát, alkalmazni, fejleszteni és gyarapítani a tudomány leghaladóbb vívmányait. Ez a kommunizmus anyagi bázisának építése.

Ezért függ össze elszakíthatatlanul a szovjet tudomány fejlődése a szocializmusért vívott harc szakaszaival. A tudományos és műszaki munkálatok lenini tervvázlata már 1918-ban olyan nagyhorderejű feladatokat tűzött a szovjet tudomány elé, amilyenekkel a tudomány a burzsoá társadalomban soha nem rendelkezhetett és nem is rendelkezik. Lenin írt azokról a problémákról, melyek a tudományos alkotásnak hatalmas ösztönzést adtak: az észszerű ipari telepítésről, a népgazdaság valamennyi ágának villamosításáról. A külföldi katonai intervenció és a polgárháború időszakában (1918—1920) kezdték el az állami villamosítási terv (GOELRO) műszaki és tudományos tervezeteinek kidolgozását. A halálos ellenségektől körülvelt fiatal köztársaságnak elég ereje volt ahhoz, hogy támogassa és nemzetközi tudományos központtá fejlessze például Pavlov kutatóintézetét. A tudományos alkotás szabadságának nagy harcosa, K. A. Tyimirjazev, ezekben az években üdvözölte könyvében, a „Tudomány és demokráciá”-ban — amely kitűnik az érzések erejével és a gondolatok mélységével — az orosz tudományt felszabadító forradalmat.

A népgazdaság újjáépítésének időszakában kezdték a gyakorlatba átültetni a tudósok leghaladóbb terveit. Ebben az időszakban alakul ki az ipari tudományos intézetek hálózata, amelyek minden, valóban tudományos probléma kidolgozásához segítséget, laboratóriumi bázist nyújtottak és ezzel lehetővé tették az elméleteknek a gyakorlatban való

alkalmazását. Ezek a feltételek biztosítják a tudomány valódi szabadságát.

Az ország szocialista iparosításáért folytatott küzdelem még szélesebb utat nyitott a tudományos alkotómunka előtt. Az olyan építkezések, mint Dnyeprogesz, Magnyitogorszk, Avtozavod stb., az építési mechanika, a hidraulika, a fémfelhasználás, a műszaki fizika s a többi műszaki tudományok új fejezeteit nyitották meg. A villamosítás alapján gyorsan fejlődött az energetika és az elektromosság elméletének kidolgozása. A természettudomány rendkívül sokatígérő problémái, az anyag szerkezetének korszerű elmélete — mindez műszaki alkalmazásra — s ennél fogva további ösztönzésre talált, a Szovjetunióban létesített új iparágakban. A népgazdaság vegyiparosítása olyan nagyhorderejű tudományos eredményeket szült, mint a fizikai-kémiai analízis kidolgozása s a szovjet vegyészetnek a tudomány ismerettárát gyarapító többi nagy eredményei. Az új gazdasági körletek és nyersanyagbázisok feltárása lett a kiindulópontja a geológia jelentős győzelmeinek.

A párt harca a mezőgazdaság kollektivizálásáért számos szovjet tudós tudományos energiáját szabadította fel. Micsurin, akit a forradalom előtt üldözött a bürokrácia, a szovjet korszakban új törvényszerűségeket állapított meg a növények fejlődésében, új gyümölcsfa-fajtákat termelt ki és ezek termelési zónáját messze északra kiterjesztette. Széles körben ismeretes, hogy a kolhoz-földművelés s az agronómia nagy vívmányai között — mint amilyenek V. P. Viljamsz és T. D. Lüszenko munkái — elválaszthatatlan kapcsolat áll fenn. A szocialista társadalom építése betetőzésének s a Sztálini Alkotmány életbelépésének éveit voltak a szovjet tudo-

mány következő, még magasabbrendű fejlődési szakaszai.

A Szovjetunió történelmi jelentőségű sikereit az ipar technikai újjászervezése terén az egész világon elismerték. A tőkés országok műszaki értelmiségének legkiválóbb képviselői, akik a technikai haladás állandó akadályozásába ütköznek s figyelik a Szovjetunió tudományos és műszaki eredményeit, nyíltan hangoztatják, hogy a tudomány és a technika fejlődése szempontjából a szocialista rend elvitathatatlan fölényben van.

A hitleri Németország elleni háborúban a szovjet társadalmi és állami rend a tudomány és a technika fejlődése terén olyan vitathatatlan bizonyítékát adta fölényének, hogy ez a fölény az egész haladó emberiség előtt nyilvánvalóvá vált

A szovjet tudósok tevékenysége a háború éveiben, amely tevékenységet Sztálin góniusza lelkesített s terelt az elméleti kutatások és a tudományos eredmények gyakorlati alkalmazásának legtermékenyebb útjaira, egyik legragvógóbb szakaszként szerepel majd a tudomány történetében. A háború alatt a tudomány és technika alkotói a szovjet rend nagy lehetőségeit felhasználva, segítették az egész országot. Napjainkban a szovjet tudománynak és technikának a szovjet népgazdaság helyreállítása és fejlesztése területén kell történelmi jelentőségű eredményeket elérnie.

A Szovjetunió népgazdasága helyreállításának és fejlesztésének terve az 1946-tól 1950-ig terjedő évekre a következőket követeli: „Biztosítani kell a Szovjetunió népgazdaságának minden ágában a további technikai fejlődést mint feltételét a termelés hatalmas fellendülésének és a munka termelékenysége fokozásának, ehhez nemcsak utól kell érni, de

túl is kell szárnyalni a legközelebbi jövőben a Szovjetunió határain kívüli tudományos eredményeket.“

A műszaki haladás alapvető vonala a folyó ötéves tervben — a termelés gépesítése és villamosítása és a termelési folyamatok intenzitásának fokozása. Utóbbi új technológiai ágak megalkotását, új tudományos és műszaki fejlődési irányokat követel. Az ötéves tervnek a Legfelsőbb Szovjet által elfogadott törvénye felsorolja ezeket az új ágakat: a szilárd fűtőanyagok elgázosítása és energetikai kihasználása, ami a roppant nagymennyiségű fűtőanyag szállítását helyettesíti a gázoknak csövekben, s az elektromos energiának vezetékeken keresztüli továbbításával; az elektrotechnológia alkalmazása a könnyű- és színesfémek, acélötvözetek, vegyi termékek előállításánál és a fémmegmunkálásban; szintétikus termékek előállítása: mesterséges folyékony fűtőanyag, plasztik, szintétikus gumi, szintétikus rostok és bőrök, valamint szintétikus alkohol; az oxigén felhasználása a termelés különböző technológiai folyamataiban, legelsősorban a fémkohászatban és a vegyiparban; magasfeszültségű egyenáram közvetítése nagy távolságokra — ezen a téren tervbevették a tudományos kísérleti munkákat s e feladat gyakorlati megvalósításának megindítását; modern műszerek gyártása, például a rádiótájékozódás terén, s felhasználásuk a népgazdaságban; nagysebességű és nagy teljesítőképességű új-típusú motorok alkalmazása stb.

Az új termelési ágak új elméleti problémákat tűznek a tudomány elé. Így például az egyenáram alkalmazása az elektrofizika továbbfejlesztését, a fűtőanyagok elgázosítása különleges kémiai kutatómunkákat tesz szükségessé, míg az új motorok

egész sor új problémát állítanak a matematikusok és a mechanikusok elé stb.

A földművelés fejlődésével s az új élelmiszeriparágak keletkezésével a biológiának is jelentős mértékben kell fejlődnie.

Az ország az elmélet és a kísérleti munka hatalmas fellendítésével válaszolt a sztálini tervre.

A tudomány az utóbbi években óriási eredményeket ért el s új természeti erőket állított az ember szolgálatába. A jelenkor legnagyobb tudományos és műszaki feladata: kihasználni a tudományos felfedezések eredményeit a dolgozó emberiség javára s legelsősorban a szovjet társadalomnak mint a nemzetközi haladás pillérének fejlesztésére, hogy elősegítse haladását a kommunizmus felé.

Ez a fejlődés viszont eddig még nem látott ütemben viszi előre majd a tudományt és a technikát.

A tudomány és a technika fejlődése a kapitalizmusban megakad és a burzsoá államok gazdasági rendjébe és politikájába ütközik.

A szovjet tudósoknak az az előnyük, hogy a szocialista társadalmi rend viszonyai közepette dolgoznak, amely rend nemcsak megköveteli, de *biztosítja* is a gyors és folytonos tudományos és technikai haladás minden lehetőségét.

A szovjet tudomány anyagi bázisainak megjavítását célzó kormányintézkedések kiterjesztik a tudományos kísérleti munka lehetőségeit, a kormány és Sztálin elvtárs személyesen gondoskodik a tudósokról. A tudósok legfőbb feladata: maximálisan kihasználni a szovjet tudomány elméleti és anyagi fölényét a kutatómunka újabb fellendítésére.

A szovjet tudósok egyik legjelentősebb elméleti fölénye: a marxizmus-leninizmus tudományos világnézete.

A Nagy Honvédő Háborúban aratott győzelem sokszorososan növelte a Szovjetunió nemzetközi tekintélyét, a szovjet emberek világnézete felé terelte a haladó emberiség rokonszenvét s egyúttal fokozta a reakciós burzsoázia gyűlöletét a haladó eszmékkel s a jelenkor leghaladóbb eszméjével — a marxizmus-leninizmussal szemben.

„A szocializmus ragyogó győzelme a Nagy Honvédő Háborúban — mondotta Zsdanov elvtárs — ami egyben a marxizmus fényes győzelme is volt, mint éles csont — az imperialisták torkán akadt. A marxizmus elleni harc központja most Amerikába és Angliába helyeződött át. A sötétség és a reakció összes erőit a marxizmus elleni harc szolgálatába állították. Újból előkotorták és felhasználják az atom-dollárdemokráciát kiszolgáló burzsoá-filozófia felfegyverzésére a sötétség és a klerikalizmus elrongyolódott, megtépázott harci eszközeit: a Vatikánt és a fajelméletet; a megveszekedett nacionalizmust és a roskadozó idealista filozófiát; a megvásárolható sárga sajtót és az erkölcsrontó burzsoá művészetet.“*

A szovjet tudomány a szovjet hazafiság zászlaja alatt lép fel a reakciós kirohanások elleni harcban. A burzsoáziának és minden színezetű lakájának nincs igazi hazafias érzése, ezek a saját önző érdekeik nevében rendszeresen elárulják népük érdekeit. Ezért szolgál számukra a haza és a hazafiság fogalma a tömegek megtévesztésének eszközéül. A burzsoázia a profit nevében rendszeresen „eladja hazáját s akármilyen idegennel kalmárszellemű alkuba bocsátkozik a saját népe ellen“.**

* Zsdanov: A művészet és filozófia kérdéseiről. Id. kiad. 42. old.

** Lenin Művei. 3. kiad. XXIII. köt. 158. old. (oroszul).

Elég sok példa akadt erre az első világháború alatt is, amikor az amerikai bankárok pénzelték a német hadiipart, valamint a második világháború idején, amikor ugyanazok a bankok nemcsak nem szüntették be, hanem még szorosabbra fűzték kapcsolataikat a német imperializmussal.

Számos példa van erre manapság is, amikor a burzsoá körök az európai államok egész sorában az óceánontúli bankárok parancsára mindenképpen igyekeznek lábbal taposni a népek nemzeti szuverenitását és érdekeit.

A multban Oroszországban is a néptől idegen vezetők gazdálkodtak s hajbókoltak osztályérdekeik nevében a külföldi burzsoázia, a külföldi kultúra előtt. Az orosz tudomány érdeke és méltósága szenvedett ebben a légkörben. A burzsoá és feudális körök nem méltányolták az orosz tudósok tudományos felfedezéseit, ezért számos lefedezést átadtak a Nyugatnak, a külföldieknek.

A szovjet kultúra és tudomány jelenleg olyan értékekkel rendelkezik, amelyek előtt elhalványulnak a mult legnagyobb vívmányai is. Volt-e vajjon valamelyik más országban vagy valaha egy más korszakban olyan nép, amely a tudomány érdekeit szívügyének tekintette, amely a tudományt gondoskodással és figyelemmel vette körül, a tudomány terveit szívós munkával megvalósította, amely mind magasabbfokú tudománnyal rendelkezett s legjobb, legtehetségesebb fiait és leányait a tudomány felé irányította volna? Van-e valahol, másutt, olyan hatalmas, semilyen önző érdektől sem függő s a termeléssel szorosan egybekapcsolt kísérleti bázis, mint a Szovjetunióban? Rendelkeznek-e vajjon valahol, a Szovjetunió kivül, a tudósok a tudományos kutatásnak olyan nagyerejű fegyverével, mint ami-

lyen a dialektikus materializmus? A szovjet tudósok büszkék arra, hogy a világ leghaladóbb tudományának művelői. Nem csúsznak-másznak, nem alázkodnak meg a reakciós burzsoá tudomány előtt. Elsősorban azért foglalnak el kimagasló helyet a nemzetközi haladó tudomány táborában, mert szocialista hazafiak.

Az igazi tudományos világnézet megbonthatatlanul összefügg a szovjet hazafisággal. A szovjet nép hazafisága viszont magában foglalja a tudomány és annak képviselői iránti forró szeretetet, milliók lángoló igyekezetét a tudományos ismeretek magaslatai felé.

Ilyenformán Marx, Engels, Lenin és Sztálin tanításának elsajátítása elszakíthatatlanul összefügg a szovjet hazafisággal, azzal a harccal, amelyet a Szovjetunió a kommunizmus felé való gyorsabb előrehaladásáért folytat. Az a tudós, aki elsajátította a leninizmust, elsősorban a szovjet ország hazafiája: minden gondolatát, erejét, tudását és képességét a szülőhaza érdekeinek, a nép szükségleteinek, a szovjet állam nagy történelmi feladatainak szenteli. Megérti a burzsoá kultúra hazugságát és aljasságát, világosan látja a szocialista rend roppant előnyeit a tudományos-műszaki és kulturális haladás számára. Ezek az előnyök kézenfekvők. Az a tudomány, amely egészében és közvetlenül a népet, annak jólétét és szabadságát szolgálja, amely közvetlenül vesz részt a legnagyobb világtörténelmi eseményben — a harmonikus társadalmi formák megalkotásában és a nép boldogságának biztosításában, ez a tudomány milliószor magasabbrendű, mint bármely más országban, ahol a tőke szekere elé fogják a tudós gondolatát, ahol a tudós nem adhatja át eredményeit a népnek, ahol a tudományos felfede-

zések gyakorlati átültetését a kizsákmányolók érdekei akadályozzák.

A tudományos eredmények gyakorlati alkalmazása legfőbb mozgatóereje az elmélet fejlődésének. P. L. Csebüsev, a nagy orosz matematikus, amikor a tudomány mozgatóerőit jellemezte, emlékeztetett arra az ismert feladatra, amelyet a régi görög legenda szerint Apolló tűzött egykor a matematikusok elé. Az orákulum kinyilatkoztatta, hogy Apolló megszünteti a Délosz szigetén kitört pestisjárványt, ha az Apolló templomában levő kockaalakú oltár térfogatát kétszeresére növelik, de úgy, hogy kockaalakját megtartsa. Így meséli a legenda az ókori matematika egyik geometriai feladatának eredetét. A XVII. században Pascal, Fermat és más nagy matematikusok gyakran vetettek fel egymásnak megoldásra váró feladatokat s ez vitte előre a tudományt. Csebüsev ezekre a feladatokra emlékeztetett s ezt mondotta: „A matematika három időszakot élt át: az elsőben az istenek (Apolló), a másodikban félistenek (a XVII. század lángeszzei) tűzték ki a feladatokat, most pedig e feladatokat a gyakorlat által felvetett problémák megoldásának szükségessége adja meg...”

A gyakorlat szükségletei viszik előre nemcsak a matematikát, hanem valamennyi tudományágat. Ez az előrehaladás rendkívül gyorsan megy végbe, amikor maga a gyakorlat forradalmi méreteket ölt, amikor a forradalom megsemmisíti a tudomány fejlődését visszatartó, eltorzító és elnyomó erőket. Lenin és Sztálin a gondolat merészségének nagy példájával fegyverezték fel a tudományos kádereket s még szorosabbra fűzték a tudományos munka és a forradalmi gyakorlat kötelékeit.

A szovjet matematika eredményei s főleg az

infinitézimálszámítás megalapozásával foglalkozó munkák szemünk elé tárják a szoros összefüggést a szocialista gyakorlat és az elmélet legmesszebbmenő általánosításai között. Már a mult században kifejlődik a matematikai kutatásnak ama hatalmas irányzata, mely a differenciál- és integrálszámítás jól felépített logikai rendszerét akarja megalapozni. Pontosan definiálták a határérték, a függvény, a differenciálhányados, az integrál stb. fogalmát. Ez az irányzat alkalmazásukra való tekintet nélkül, a matematikai analízis alapfogalmait tanulmányozza. Ahhoz, hogy ez az irányzat önálló tudományággá fejlődhessék, a halmazelméletet kellett fejleszteni, amely új alapon tette lehetővé a matematika fogalomrendszerének felépítését. A valós függvénytan — az egyik legáltalánosabb matematikai tudományág, amely új gondolatokkal és új módszerekkel termékenyítette meg az analízis alapfogalmainak felépítését — rendkívül nagy sikereket ért el a Szovjetunióban. A szovjet korszakban a matematikai kutatásnak ez az irányzata elmélyítette és kiterjesztette az elsősorban lényeges problémák körét. Nyomban láthatóvá vált, milyen szorosan függ össze a matematika említett legáltalánosabb elméleti elgondolásainak fejlődése azokkal a konkrét kérdésekkel, amelyeket a modern fizika és technika tűz a matematika elé. A mult században a konkrét fizikai és műszaki problémák megoldásánál be lehetett érni a folytonos és szabályosan viselkedő függvények klasszikus fogalmával. Manapság az elméleti fizika különböző ágazataival szorosan összefüggő legújabb technikának sokkal bonyolultabb fogalmakra van szüksége s végeredményben ez a technika megköveteli az analízis valamennyi alapfogalmának felülvizsgálatát.

Másrészt, nagy fejlődést ért el a Szovjetunióban a matematika új ága — a „helyzetgeometria“ vagy topológia. Ez a tudomány a térre és a folytonosságra vonatkozó legáltalánosabb fogalmakra támaszkodik. A topológia az algebra és az analízis módszereit használja fel a geometriai problémák megoldására s lehetővé teszi a legelvontabb geometriai módszerek alkalmazását a matematika egyéb ágaiban s végső fokon a mechanikában, a fizikában és a technikában. A topológia története a polyédeerekre vonatkozó nevezetes Euler tételből vezethető le; ez a tétel összefüggést állapít meg bármely konvex polyéder csúcsainak, éleinek és lapjainak száma között. Euler tétele, valamint az egész, sokkal később kifejlődött topológia a mértani idomoknak a hosszúság, párhuzamosság vagy görbület fogalmaitól független sajátosságait tanulmányozza. Az alakzat dimenzióinak száma, valamint az idom zártsága, összefüggő volta és néhány más tulajdonsága a geometriai alakzatok kölcsönösen egyértelmű és folytonos leképezésénél nem változik. A topológia ezekkel az összefüggésekkel, tehát a „minőségi“ geometriával, a folytonosság geometriájával foglalkozik. A topológia fejlődésének igen nagy jelentősége volt az algebra és az analízis kifejlesztésében, mint-hogy általánosabb eszközökre van szüksége: elemi algebra helyett absztrakt algebrára, infinitézimál-számítás helyett halmazelméletre és általános folytonos leképezésekre. A topológia terén végzett szovjet kutatásokat éppen a halmazelmélet kiterjedt alkalmazása jellemzi. E kutatások, így a jelenkor legelvontabb és legáltalánosabb érvényű matematikai eredményeit egyesítik. Hangsúlyoznunk kell, hogy ez a legelvontabb matematika szorosan összefügg a tudomány és a gyakorlat legkonkrétabb szükség-

leteivel. Ugyanez vonatkozik a valószínűségszámítás kidolgozására is. A szovjet matematikusok újból felvetették a nagy számok törvényének problémáját és azt általánosabb és erősebb formában mondták ki és bizonyították. Ezzel együtt a valószínűségszámítás egyes ágai a legkülönbélebb gyakorlati kérdésekben találtak közvetlen alkalmazásra. Így például, az iparban fontos kérdés, hogyan oszlanak meg a gépek üzemzavar következtében beálló leállásának valószínűségei. Ezt a gyakorlati kérdést a valószínűségszámítás szovjet tudósok által kidolgozott módszereinek segítségével oldották meg.

A szovjet matematika magas színvonala lehetővé tette az alkalmazott tudományágak követelményeinek kielégítését. A szovjet repülés fejlődése, hatalmas komplex hidrotechnikai rendszerek felszerelése, a nyersolajipar szükségletei és a szovjet gazdaság egyéb gyakorlati feladatai adták meg a lökést a nagyszerű szovjet aero- és hidrodinamikai iskola megalapításához, amely ezen a speciális téren a jelenkori nemzetközi tudomány leghatalmasabb iskolája. Már a forradalom előtt megalakult Oroszországban N. E. Zsukovszkijnak, a nagy orosz mechanikusnak aerodinamikai iskolája. A szovjet korszakban ennek az iskolának a munkássága rendkívül nagy méreteket öltött. Zsukovszkij, A. Sz. Csaplugin és tanítványaik hatalmas lépéssel vitték előre az aerodinamikai problémák kidolgozását. Csaplugin a huszas években a szárnymetszetek problémáját tanulmányozta, megalkotta a szárnymetszet elméletét összenyomható közeg áramlása esetén, tehát a hangsebességet megközelítő nagy sebességek mellett. A harmincas években Csaplugin egy adott sík szárny emelőerejének és ellenállásának kérdését dolgozta fel, feltételezve azt, hogy a

szárny felső felületéről az áramlás leválik. Az ehhez hasonló munkák alkotják a repülőgéptervezés klasszikus alapját. Teljesen új és szokatlan volt az aero- és a hidrodinamikában néhány olyan problémának messzemenő kísérleti tanulmányozása, melyek nem engedik meg a szigorú elméleti kutatást. Az aero- és a hidrodinamikában vannak olyan problémák, amelyeket nehéz a tisztára matematikai kutatást lehetővé tévő elemi részekre felbontani. A szovjet tudósok ezekben az esetekben is kísérleti módszereket használtak fel s ennek eredményeként egy új tudományág keletkezett: a kísérleti aerodinamika. Emellett felhasználták az új fizikai módszereket is és az így létrejött fizikai aerodinamika önálló és erős tudományos irányzattá vált.

A szocialista gyakorlatnak és a szovjet természettudomány fejlődésének kapcsolata a fizikai energetika területén különösen szemléltető. A szovjet állam első népgazdasági terve az a villamosítási terv volt, amelyet G. M. Krzsizsanovszkij elnöklete alatt állított fel egy bizottság. A villamosítás gondolata a szocialista forradalom lenini elméletéből adódott. A szocializmus egy országban való felépítésének elmélete határozza meg a technika fejlődésének szerepét a szocializmus felépítésében. Lenin és Sztálin fejlesztette ki a tökéletes környezetben élő állam anyagi bázisának elméletét, amely állam annak az alapján építi fel a szocializmust, hogy leküzdje az ország műszaki és gazdasági elmaradottságát és a paraszttömegek zömét bevonja a szocialista építés ügyébe. Lenin és Sztálin a tudomány és a technika új eredményeiből és fejlődéséből indult ki.

Lenin „Materializmus és empiriokriticizmus” című könyvében elemezte a fizikában végbemenő legújabb forradalom lényegét s beszélt az elektro-

mosság szerepéről a jelenlegi világkép kialakulásában. Az elektromosság az energetikai átvitelek univerzális láncszeme. Lenin ebben látta az elektrotechnika termelési és társadalmi funkciójának jelentőségét. Ha az elektromosság az új fizika alapja, akkor az elektrotechnika a legkorszerűbb, a modern tudománnyal legnagyobb mértékben összefüggő műszaki irányzatok alapja. Az elektrotechnika a korszerű tudomány színvonalán álló technika. I. Sztjepanov 1921-ben, amikor Lenin megbízásából megírta „A Szovjet Szocialista Köztársaságok Szövetségének villamosítása” című könyvét, ezt mondja: „A modern, valóban forradalmi technika szakadatlanul és megbonthatatlanul egységes egészzé fonódott egybe és forrt össze a valóban forradalmi tudománnyal. A gyakorlati feladatok adják meg a lökést a tudományos kutatásokhoz, s minden új tudományos eredmény azonnal a technika új lépésévé alakul át.

Az atom szerkezetének elektromágneses elmélete a modern tudomány egyik legújabb eredménye, melyet az atomrombolásnak kell teljes mértékben igazolnia.

A termelés valamennyi ágába behatoló elektrotechnika — az egész ipart, az egész mezőgazdaságot, az egész közlekedést, az egész életet áramával átható villamosítás — ez a technika hosszú fejlődésének legújabb óriási eredménye.“

Lenin és Sztálin felépítették a villamosságnak, mint a szocializmus bázisának elméletét. Sztálin ismert levelében, melyet a villamosítási tervről írt Leninnek, felvázolta a szocializmus termelési és műszaki bázisára vonatkozó marxista tanítás új fejlődési szakaszát.

A villamosításnak köszönhető, hogy a modern

fizika legtöbbet ígérő ágai gyors fejlődésnek indultak. Az elektronok és ionok elmélete, az elektromágneses pólusok elmélete a szovjet elektrogép építés tudományos és műszaki problémáiban talált támaszt. Álljunk meg itt a modern tudományos világkép két alapproblémájánál: 1. az anyag diszkrét (különálló) elemi részecskéinek problémájánál, 2. a kontinuum problémájánál. Ezek a problémák alkotják egymásbafonódva a modern fizika középpontját. Mivel járul hozzá megoldásukhoz a szovjet gyakorlat?

A negyedik ötéves terv során nagy vízierőműveket és hatalmas hőberendezési gócpontokat állítanak fel. A továbbiak során még nagyobb teljesítőképességű energiaellátási központokat létesítenek. Ezek fogják ellátni energiával a távolfekvő körleteket. A jövőben a magas feszültségű áramátvitelek mintegy egymillió kilowattnyi energiát fognak ezer és ezer kilométerre továbbítani. Ezeknek az átviteleknek az építésénél racionális áttérni az egyenáramra.

Egy kiváló orosz mérnök, M. O. Dolivo-Dobrovolszkij, már 1919-ben megírta, hogy az átvitelekbeli feszültségnek, az energia továbbítási távolságának s az átvitt energia méreteinek további növekedése mellett észszerű lesz áttérni a váltóáramról az egyenáramra. Jellemző, hogy Dolivo-Dobrovolszkij, amint láttuk, maga is a váltóáramtechnika egyik kiváló úttörője és előharcosa volt. Az ő nevéhez fűződik a váltóáramnak az iparban nagy elterjedést biztosító aszinkron háromfázisos motor, valamint az első háromfázisos átvitelek megalkotása.

Dolivo-Dobrovolszkijt igazolta a további tapasztalat. Már tizenöt évvel ezelőtt kitűnt, hogy a nagy vízienergia tartalékok kihasználása s az egy-

séges körletközi elektroenergetikai rendszer megteremtése megkövetelik száz- és százezer kilowatt átvitelét több ezer kilométer távolságra. A váltóáramnak az ilyen nagy energiaátvitelnél több hátránya van. Ezért kezdték fontolóra venni az ezektől a hátrányoktól mentes egyenáramra való áttérést. Kezdetben úgy vélték, hogy nagyon magas feszültségű egyenáram nyerhető az egyenáram-generátorok következetes bekapcsolásával. Kitűnt azonban, hogy így nagyon sok gépet kell üzembe helyezni, s hogy a kapott rendszer bonyolult és nem eléggé megbízható. Jelenleg egészen más utat követnek. A vitathatatlan előnyökkel rendelkező váltóáram-generátorok megtartják szerepüket. A váltóáram megmarad az elektroenergia transzformálásának és elosztásának terén is. Mint ismeretes, a mai váltóáram-transzformátorok nem igényelnek semilyen kezelést, ezenfelül rendkívül egyszerűen, teljesen gépiesen és 99,4%-ot elérő munkahasznossági együttithatóval fokozzák és csökkentik a váltóáram feszültségét. Ezért az elektroenergiát váltóáram-generátorok termelik és transzformátorok segítségével, egészen százezer voltig fokozzák a feszültséget. A magas feszültséget ezután váltóból egyenre változtatják át. Hasonló módon transzformálják vissza az egyenáramot váltóárammá az energia vételi pontján s ezután az energia elosztása a fogyasztók között végig váltóáram segítségével történik. A feszültség csökkentése és az áram elvezetése a fogyasztókhoz automatikus és gazdaságos váltóáramú transzformátorokat igényel. Ezenfelül, az iparban működő motorok legnagyobb része aszinkron váltóáramú motor. Ilyenformán, az egyenáram átvitelének legfontosabb eszközei a váltóáramot egyenárammá és viszont átváltoztató készülékek. Ilyen

átalakító készülékekül szolgálnak azok az új berendezések, amelyekben az elektromos sarkok között átugranak az anyag legkisebb, töltött részecskéi — az ionok. Az ionos transzformátorok példájánál szolgálnak a higanyos szelepek, vagyis higanygőzökkel megtöltött készülékek, amelyekben ívfény ég. A higanyos, vakuumos szelepek nagyon magas feszültségű villanyáramot is képesek átalakítani. Felhasználhatók mind a váltóáramnak egyenárammá, mind fordítva az egyenáramnak váltóárammá való átalakítására. A higanyos transzformátorok előállítása és tökéletesítése szorosan összefügg az elektron és ionelmélet eredményeivel, másszóval, a modern fizika egyik legfőbb problémájának megoldásával. Így tehát az új ötéves terv egyik legfontosabb műszaki kérdésének megoldása szorosan összefügg az elméleti problémák kutatásával.

Ugyanilyen jelentős tudományos problémát jelentenek manapság az elektromágneses hullámok. Viszont az elektromágneses hullámok felhasználása a technika egyik új ágában, a rádiótájeleződésben jellemző a negyedik ötéves terv műszaki fejlődésére. A rádiótájeleződés a rádióhullámok kibocsátásából, irányításából és felfogásából áll; ezek a hullámok a szilárd tárgyakról visszaverődnek, visszatérnek forrásukhoz s megadják e tárgyak helyzetét. A rádiójelzések visszaverődését annakidején csupán tisztára tudományos feladatoknál használták fel. Rádiójelzés segítségével fedezték fel mintegy száz kilométer magasságban a föld felett a rádióhullámokat visszaverő, úgynevezett „Heaviside réteg”-et. A továbbiak során a rádiójelzések visszaverődése és visszavétele kiterjedt gyakorlati alkalmazásra talált. Mindenekelőtt a háborúban használták fel a rádiótájeleződést. A háború előtt sokan törték a fe-

jüket a tárgyra ható, irányított energiasugarak előállításán. Kitünt, hogy az elektromágneses hullámok kévéje nem lehet jelentékeny hatással az útjába kerülő tárgyra, de visszaverődve és visszatérve nagyon pontosan jelezheti, hogy milyen távolságban és hol van a tárgy. A háború alatt sikerült olyan rádiólámpákat előállítani, melyek a néhány centiméteres, sőt még ennél is rövidebb hullámhosszoknak megfelelő igen nagy frekvenciával adták vissza az elektromágneses rezgéseket. Az ilyen ultrarövid hullámok alkalmazása lehetővé tette, hogy az elektromágneses rezgéseket eléggé könnyen hordozható készülék segítségével a térbe irányítsák. Ezt a készüléket hajóra, majd repülőgépre helyezték s így nemcsak a szárazföldi berendezések, hanem a közlekedési eszközök számára is lehetővé vált az ellenséges hajóknak, repülőgépeknek stb. a rádiótájékozódás révén történő felkutatása. A rádiótájékozódás lehetővé tette az ellenséges repülőgépek megjelenésére figyelmeztető légi hírszolgálat-hálózat létesítését, valamint a légvédelmi ütegek tüzésének s a fényszóró berendezéseknek irányítását. Végül, a rádiótájékozódás lehetővé tette, hogy egy vetítövásznon ábrázolhassák azokat a pontokat, melyen a repülőgépek éjszaka átrepültek. A rádiótájékozódást gyakran alkalmazták a flották hadműveleteinél is.

A rádiótájékozódást békében is széles körben alkalmazzák, főleg a hajózásban. Lehetővé teszi sötétben vagy ködben a „látást“, vagyis meghatározza, sőt vetítövásznon ábrázolja is az útba kerülő hajók, sziklák, világító bóják helyzetét, meghatározza a közeli partok helyét, körvonalait és domborulatát, segít megtalálni a folyótorkolatokat, öblöket stb.

Érdekes, hogy a rádiótájékozódás, amely tiszt-

tára elméleti feladatokkal kezdődött s csak később, a gyakorlati kérdések megoldásánál ért el nagyobb tökéletességet, jelenleg újból az elméleti természet-tudománynak vált nagy hasznára. Nemrégén a Földről kibocsátott rádiójelzés áttört a Heaviside-rétegen, visszaverődött a Hold felületéről, visszatért, itt felvették s így lehetővé vált a hold és a föld közötti távolságra vonatkozó adatok pontosabb meghatározása. Soron következik a rádiójelzések további alkalmazása a világegyetem tanulmányozására. Nem kétséges, hogy e kérdés elméleti kutatásai szakadatlanul gazdagítják és fejlesztik a rádiótechnikát.

Másrészt, a gyakorlati rádiótechnika volt az alapja az elméleti és a matematikai fizikában a hullámrezgések elmélete terén elért nagy eredményeknek. A korszerű rádiótechnikában nagy mértékben alkalmazzák az elektronsöveket, valamint az elektronsöves és visszacsatolási berendezéseket. Minél jobban terjedtek el ezek s váltak a tudományos kutatások fő tárgyává, annál nagyobb mértékben fedezték fel a tudósok a szakadást a rezgések elmélete és a rádiótechnika között. A visszacsatolásnál alapvető jelentősége van a technikában alkalmazott rezgési rendszerek egyik különös sajátosságának. Ez a sajátosság matematikailag abban fejeződik ki, hogy a rendszert nem lineáris differenciálegyenletekkel írják le. E körülmény fizikai természetű a rendszer sajátosságainak a rendszer állapotától való függésében áll. Minden reális rendszer ilyen, de egész sor esetben elhanyagolható a rendszer sajátosságainak függősége annak állapotától. Ezzel szemben azokban a rendszerekben, amelyekben a modern rádiótechnika alkalmazásra talált s néhány más téren lényeges körülményt jelent az

alinearitás. A szovjet kutatók értékelték annak a ténynek elméleti jelentőségét, hogy a rádiótechnikában felfedezett új jelenségek nem felelnek meg a rezgések régi elméletének. A legnagyobb szovjet elméleti fizikusok matematikai módszert dolgoztak ki, amely lehetővé teszi az új problémák teljes megvilágítását. A nem lineáris jelenségek szovjet elmélete — a technikai haladással összefüggő új problémák finom és merész feldolgozásának eme példája — jelentős és termékeny tudományos irányzattá vált.

Iha a villamosítás és a szovjet energetikai gazdaság ujjaszervezése a fizika és matematika fejlődésének adtak hatalmas lökést, a termelés következetes vegyiparosítása viszont az elméleti és az alkalmazott kémia előtt nyitott új távlatokat. A forradalomelőtti orosz kémia egész sor nemzetközi jelentőségű tudóst nevelt, de ezek, az ország ipari elmaradottsága és a korszerű vegyipar hiánya folytán egész életük során sem fejthették ki valamennyi képességüket. Markovnyikov ismert kémikus elkeseredetten írta 1880-ban: „Semilyen ismeret sem haladhat előre az országban. sőt ellenkezőleg, mindig fényűzési cikk marad, ha nem talál alkalmazásra a nép életében. Okvetlenül érvényes ez azokra a tudományokra, amelyek az ember gyakorlati tevékenységének egyik vagy másik ágához csatlakoznak s innen merítik anyagukat.“

A szovjet vegyészeknek más a helyzete. A szovjet ipar hatalmas kémiai és technológiai feladatai igen komoly tudományos elméletek kidolgozását tették szükségessé. Példaképpen emlékeztünk az N. Sz. Kurnakov és iskolája által alkotott fizikai-kémiai analízis elméletére. A fizikai-

kémiai analízis gyakorlati alkalmazásának egyik érdekes esete volt a modern technikában gyakran alkalmazott fémötvözetek tanulmányozása. A modern elektrotechnikában, a hadi technikában, a fémfeldolgozó iparban nagy mértékben alkalmaznak különleges ötvözeteket, amelyeknek magasfokú elektromos vezetőképességgel, vagy magasfokú elektromos ellenállással, kis hőkitágulási koefficienssel, meghatározott szilárdsággal, rugalmassággal, töréssel és ütéssel szembeni ellenállóképességgel, plaszticitással stb. kell rendelkezniük. Avégből, hogy ne vaktában keressék a szükséges ötvözetet, előzőleg elméletileg kell megállapítani a szükségletnek megfelelő ötvözet összetételét. A fizikai-kémiai analízis elmélete lehetővé tette az ötvözetek összetétele és a mechanikai, hőtani, kémiai és elektromos tulajdonságaik közötti függés megállapítását. Ennek az elméletnek az alapján „összetétel = tulajdonság” diagrammokat készítenek s ezek alapján megállapítható, hogyan változnak az összetétellel az ötvözetek tulajdonságai. A fizikai-kémiai analízis segítségével nagyszámú minőségi acél- és különleges ötvözetfajtákat nyertek. Nemzetközi jelentőségű iskolát hozott létre a szovjet tudomány a szerves kémiában is, helyesebben annak a kémia és a biológia közötti határterületén. A biokémiának az az irányzata, melyet A. N. Bah alkotott meg és iskolája, a szovjet korszakban kifejlesztett, a természettudomány legbonyolultabb feladatainak megfejlesztését teszi lehetővé. A szovjet biokémia nagyon világosan tükrözi vissza a szovjet tudomány legsajátosabb vonását: a gyakorlat aktualitásának egybekapcsolását a legmélyebb elméleti problémákkal. Bah volt az első tudósok egyike, aki az élő anyag kémiai össze-

tételének tanulmányozásáról a dinamikus biokémiára, azaz az életjelenségek alapját alkotó vegyi folyamatok tanulmányozására tért át. Bah, a vitalizmus ellen harcolva, igyekezett materialisztikusan megmagyarázni a biológiai folyamatok sajátosságát. „Az élet — írta Bah — azoknak a bonyolult, energiában gazdag szerves anyagoknak szüntelen kémiai kölcsönhatásából áll, amelyeknek összessége az élő sejtek anyagát alkotja.“ Bah már első munkáit is a kémia egyik legfontosabb jelenségének, a szénsav zöld növények általi asszimilációjának szentelte.

Bah azonban rendkívül elégedetlen volt forradalomelőtti tudományos munkásságával. Forradalmár volt, aki a „Narodnaja Volja“ („Népakarát“) szervezet szétverése után az emigrációban foglalkozott kémiai kutatásokkal. Bah egymásután oldotta meg a természet bonyolult problémáit, de a hazájától, népétől s ennek forradalmi harcától való elszakadás állandóan nyomasztólag hatott rá. A tőkés társadalomban, ahol a tudomány elszakadt a néptől, ez az ellentmondás alkotja minden, a népet szolgálni akaró tudós tragédiáját. 1917 után új fejezet kezdődik e tudós életében. A Nagy Szocialista Forradalom lerombolta a falat a tudomány és a nép között. Azokat a problémákat, amelyeket Bah a forradalom előtt dolgozott ki, most tanítványainak nagy közössége tanulmányozza. Az állam messzemenő és mindenirányú támogatása elősegíti a biokémiai kutatások hatalmas fejlődését. A biokémia vívmányai a szocialista építés körülményei között a szovjet orvostudomány, mezőgazdaság és ipar győzelmeinek kiindulópontjává válnak.

A szocialista iparosítás tehát olyan kutatásokhoz vezetett, amelyek mind pontosabb képet

nyujtanak az anyag szerkezetéről, megoldják a diszkrét anyagrészecskék szerkezetének és mozgásának kérdéseit. A fizikai és kémiai elméletek együttesen válaszolják meg az atommagok, az atomok, a molekulák és a kristályok szerkezetének kérdését. A geológia feladata, hogy megoldja konkrétan, időben és térben azt a kérdést, miként jöttek létre a világépítmény elemei, ezeknek helyváltoztatásai és megoszlása. Ki kell mutatni, hogyan képződtek a világűrben évmilliárdok folyamán az elemeknek ama egyesülései, melyekkel főleg a földkéreg belsejében találkozunk. A föld és a földkéreg fizikai és kémiai szerkezetének problémája a világegyetem problémájával függ össze. A tudomány úgy magyarázza a föld és a földkéreg fejlődését, hogy a világok és világszerkezetek keletkezésére, fejlődésére és pusztulására vonatkozó modern elméletekből indul ki. Viszont a földkéregre vonatkozó törvények, eredmények és módszerek az egész kozmoszra kiterjednek és megmagyarázzák a földtől több millió fényév távolságban levő égitestek vegyi összetételét és fizikai sajátosságait. Másrészt, a földkéreg szerkezetének kérdése összefügg a mikrokozmoszsal, a molekulák, atomok és atommagok szerkezetének problémájával is. A molekulák szerkezete és az elektron-ionfolyamatok törvényei megmutatják az atomok és molekulák útját a földkéregben. A földnek és a föld méhének mai elmélete a legújabb fizikai eredményeknek alkalmazása a geológiára. A földkéreg mai elmélete magában foglalja azokat a törvényeket, amelyek a Mendelejev-féle periódusos rendszer valamennyi elméletének a földkéregben való képződésére, elterjedésére és egyesülésére érvényesek, továbbá az elemek genézisének, eltolódá-

sának és felbomlásának törvényeit, az ásványi kőzetek képződésének, egyesülésének és megoszlásának törvényeit, valamint azokat, amelyek a földkéreg alkotóelemeinek technikai felhasználására vonatkoznak.

A szovjet tudomány e kérdések megoldásában a nemzetközi tudomány élén halad. Általános okokon kívül szerepe van ebben az olyan termelési és gazdasági tényezőknek is, mint a bányatechnika fejlődése; új fémbázisok, helyi nyersanyag- és energetikai bázisok létesítése, valamint a tervszerű geológiai tanulmányozásra alkalmas terület hatalmas kiterjedése.

A modern bányatechnika fejlődése lehetővé tette, hogy az ásványokat három kilométert meghaladó mélységből is kibányásszák s a kutatásokat még ennél is nagyobb mélységekre kiterjesszék. Ez óriási mértékben gyarapította a különböző mélységekben előforduló ércék és ásványok megoszlásának adatait és a földkéreg elemei megoszlásának meghatározásánál új törvényszerűségek megállapításához vezetett. A tárnák és fúrókutak háromkilométeres mélysége persze nem nagy a földkéreg vastagságához viszonyítva, de nagy a tanulmányozott réteghez képest és a tudomány látkörének jelentős kiszélesítését jelenti.

Áttérés az új fémbázisra, jellemzi a sztálini korszak technikai fejlődésének irányát. A minőségi acélok, különleges hőálló, saválló és kemény ötvözetek előállítása, úgyszintén a könnyű fémek alkalmazása igen nagy mértékben növelték a Mendelejev-táblázat technikailag felhasználható elemeinek számát, és megkövetelték a földkéregben előforduló nagyszámú ritka fém elterjedési törvényeinek tanulmányozását. A ritka fémek tel-

jesen nélkülözhetetlenek a minőségi fémkohászat feladatainak megoldásához. Manapság e fémeket olyan ércekből nyerik, amelyek ezeket a százalék milliomodrészében tartalmazzák. Egyébként a ritka fémek elterjedése a földkéregben csak az új tudományos fogalmak alapján magyarázható s jelezhető. Az ötvözetek előállításánál okvetlenül meg kell oldani azt a problémát, hogy miként függnek a műszaki tulajdonságok a vegyületek kémiai összetételétől. Amikor a minőségi fémkohászat műszaki fejlődésének vonalát kijelöljük, a különböző elemeknek (s mindenekelőtt a ritka és könnyű fémeknek) a földkéregben való mennyiségi elterjedtségéből és megoszlásából kell kiindulnunk. Mindez elősegíti a földkéreg-szerkezet kérdésének megoldását is.

Az ország valamennyi fontos gazdasági körletének harmonikus és együttes fejlesztése, helyi nyersanyag- és energetikai bázisok létesítését teszi szükségessé. De a kibányászandó nyers- és fűtőanyagok helyi bázisainak fejlesztése azt jelenti, hogy a fontos és hasznos ásványok eloszlását nemcsak azokon a lelőhelyeken tanulmányozzák, amelyeknek jelentősége a Szovjetunió számára már ismeretes volt, hanem mindenhol az egész országban. A geológiai kutatásoknak a Szovjetunió egész területére való kiterjesztése, úgyszintén e kutatások részletességének és tudományos színvonalának jelentős emelése a szocialista gazdaság alapvető feladataiból következik. Az egyes lelőhelyek pontjai sávokba, vonalakba, ívekbe folynak össze. A kutatások kiterjesztése annyit jelent, hogy a Szovjetunió egész területére érvényesen kialakul e sávok és vonalak törvényszerű megoszlásának képe. Ezek a vonalak nem-

csak elméleti szempontból érdekesek, hanem gyakorlati jelentőségük is van. A termelés a szocialista gazdaságban nem egyszerűen az elemi erőkhöz, hanem tervszerű számításokhoz igazodik. Ezért tartozik az ásványok megoszlása az országban a népgazdaság tervezésének kiindulási tényeihez. Az ásványok megoszlásának képe a Szovjetunió egész területén, azaz a szárazföld egyhatod részén — ahol megtaláljuk a legkülönbözőbb földrajzi és geológiai feltételeket — alapja lehet az egész földre kiterjedő általános geológiai törvények felállításának.

Ezekhez az általánosításokhoz tartoznak mindenekelőtt a geokémiai elméletek. A geokémia megállapítja az elemek eltolódásának, szétszóródásának vagy összpontosulásának és a lelőhelyek képződésének törvényeit — azokat a törvényeket, hogy miként egyesülnek az elemek a földkéreg különböző szakaszaiban meglévő feltételek szerint — továbbá, az elemek és kombinációk technológiai kiaknázásának törvényeit. A szovjet természet-tudományban az ásványtannak egy új ága fejlődött ki, melyet genetikai ásványtannak vagy minerageniának neveznek. Ez a tudomány a geofizikai, fizikai és kémiai törvényszerűségekből indul ki, felkutatja az ásványok genezisést s megállapítja képződésük és bomlásuk törvényeit. Míg a geokémia az atomok keletkezéséről, felhalmozódásáról és bomlásáról rajzol konkrét történeti képet, a genetikai mineralógia a molekulák képződésének, fejlődésének és bomlásának történeti képét rajzolja meg. A. E. Ferszman szavai szerint a geokémia az atomok, az ásványtan pedig a molekulák története.

Ferszman és más szovjet geokémikusok mun-

kái a legélenjáróbb és legáltalánosabb irányzatot alkotják a földkéreg különböző elemei megoszlására vonatkozó törvényszerűségek meghatározásában. A szovjet geokémia az elemek térbeli és időbeli megoszlásának törvényszerűségeit kutatja. Az elemek térbeli megoszlásának elemzése megbonthatatlanul összefügg ezeknek az elemeknek, mint az anyag egymásra következő fejlődési állapotainak (stádium) elemzésével. A szovjet geokémia megállapítja a geokémiai állapotok (stádiumok) fogalmát. Geokémiai rendszer alatt olyan elemeknek egyesülése értendő, melyek térbelileg bizonyos számú geológiai ciklushoz fűződnek. Minden ilyen rendszernek megvannak a maga tipikus, legelterjedtebb és erre az egyesülésre jellemző elemei. Ott, ahol ezek a rendszerek metszik egymást, vagy egymásra rakódnak, geokémiai csomópontok keletkeznek, amelyek nemcsak a geológus, hanem a technológus számára is rendkívül érdekesek, minthogy itt váratlan és a termelés szempontjából nagyon érdekes ásványi egyesülések találhatók. Az elemek e csomópontokban való összpontosulása (koncentrációja) törvényének különleges esete az ércek és ásványok megoszlási törvénye. Nagyon fontos fogalom a modern geokémiában a geokémiai centrumok fogalma. A geokoncentrum — az elemek megoszlása bizonyos geológiai folyamat fészke körül, például a különböző elemek megoszlása a feltörő és kihűlt magma fészke körül, vagy a földkéreg tektonikus csuszamlásainak tengelye körül.

A Szovjetunióban alakult ki a biogeokémikusok legnagyobb iskolája is. Történelmileg a modern biogeokémia keletkezése az üledékes kőzetek tanulmányozásával függ össze. A Szovjetunió

európai részében az üledékes kőzetek roppant nagy térséget alkotnak, s ezért ennek az egész területnek rendszeres geológiai tanulmányozása számos olyan kutatótevékenységet indított el, mely az élő szervezeteknek az üledékes kőzetek képződésében való részvételével foglalkozik. A forradalom előtt sok nagy kutató tanulmányozta ezt a problémát, főleg a foszfor körforgását. A szovjet időkben sokkal szélesebben vetették fel ezeket a kérdéseket. A foszforitok genézisének problémájáról áttértek arra, hogy miként vesznek részt az élő szervezetek az ásványképződés folyamatában. V. I. Vernadszkij iskolája felhalmozta az élő szervezetek összetételére vonatkozó analitikai adatokat, tanulmányozta ezeket, s kimutatta a szervezetek vegyi összetételének állandóságát. A szovjet kutatások óriási tapasztalati anyag felhalmozásához vezettek, s ez az anyag vált a földburkolat felületén található vegyi elemek eltolódásának, felhalmozódásának és szétszóródásának tanulmányozási alapjává. A földburkolat felületén a vegyi elemek élő anyagon haladnak keresztül, s ezért vegyi folyamatok tükrözik vissza a biológiai törvényszerűségeket. Azokat a törvényeket, amelyek a bioszféra cme keskeny rétegében a folyamatokat irányítják, Vernadszkij és munkatársai állapították meg.

A felhozott kisszámú, kivonatos példa — annak a jellemzésére, hogy milyen termékeny hatással van a szovjet gyakorlat a modern természettudomány alapvető problémáinak megoldására — távolról sem adja a szovjet tudomány fejlődésének teljes képét. A szovjet természettudomány rendszeres története megmutatja, hogyan függnek össze a tudományos kutatások egyes irányzatai s

miként szolgálják a kommunizmus anyagi bázisa felépítésének ügyét. Mi nem ezt a feladatot tűztük magunk elé, amint hogy az előző vázlatokban sem próbáltuk megrajzolni az orosz tudomány történetét. Néhány fizikai és kémiai iskolának és irányzatnak futólagos felsorolása is megmutatja, hogy a szovjet tudomány a szocialista államot jellemző tudományos és műszaki haladás alapján oldja meg a tudományos világkép gyökeres problémáit.



Attérünk most néhány példára, amelyek megmutatják, milyen jelentősége van a szovjet államban a hazafiságnak, a marxizmus-leninizmus el-sajátításának s a mezőgazdasági tudományok számára megteremtett feltételeknek. V. R. Viljamsz, I. V. Micsurin és T. D. Lüszenkó tudományos munkásságának néhány vonását ábrázoljuk.

Az agrotechnika terén, a kollektivizálás alapján elért legnagyobb eredmények egyike — a mezőgazdaság füves rendszerének kidolgozása. Ez az orosz agronómusok — V. V. Dokucsajev, P. A. Kosztüceev és V. R. Viljamsz — nagyszerű felfedezésein alapszik. A füves rendszer az agronómiai intézkedéseknek egész sorát foglalja magában. Ide tartozik: védő erdősávok ültetése, a homokos területek erdősítése s a homok megkötése, füves mezei és takarmány-vetésforgók bevezetése, a helyes talajmegtunkálási rendszer, a vetések gondozása, fekete ugarok alkalmazása, megműveletlen területek bevetése és rétesítése, szerves és ásványi talajjavítók használata, nagy hozamot biztosító vetőmagvak kiválasztása és az öntözés fejlesztése. A Szovjet Szocialista Köztársas-

ságok Szövetsége Minisztertanácsának és a SzK(b)P Központi Bizottságának határozata — a védő erdőültetvények, a füves vetésforgók meghonosításának s a tavak és víztartályok létesítésének tervéről — amikor a mezőgazdaság füves rendszeréből eredő intézkedésekről beszél, ezt mondja:

„Az említett intézkedések rendszere megbízható fegyver a szárazság leküzdésére, elősegíti a talajok termékenységének növelését, a magas és állandó termés hozam elérését, megszünteti a talajok elmosását és elfúvását, elősegíti a homok megkötését és a föld leghelyesebb kihasználását. Ez a rendszer egyidejűleg lehetőséget nyújt a gazdaság sokoldalú fejlesztésére, mely a földművelés, az állattenyésztés és a többi mezőgazdasági ágak helyes kölcsönös viszonyát valósítja meg és biztosítja a gazdaság teljesítőképességének jelentős megnövekedését.“

A mezőgazdaság füves rendszere az orosz tudományos agronómia történelmi vívmányain alapszik. Tyimirjazev „A növények küzdelme a szárazsággal“ című munkájában és Kosztücsjev „A szárazság elleni küzdelemről feketeföldes vidéken“ című művében kimutatták a vízellátás tényleges jelentőségét a növények életében. Dokucsajev és Viljamsz figyelme a talajstruktúra felé fordult. Dokucsajev „Sztyeppéink régen és most“ című munkájában rámutatott arra, hogyan pusztította el a kapitalizmust jellemző rendszertelen, megfelelő vetésforgó nélküli megmunkálás a talajnak a talajnedvesség visszatartására nélkülözhetetlen szemcsés struktúráját. Dokucsajev megírta, hogy „az észszerű vetésforgók nélküli szántóföldek a rendszertelen megmunkálás mellett — amely a

fekete földre jellemző és a talajnedvesség visszatartására legkedvezőbb szemcsés struktúrát megsemmisíti — a szél és a víz elmosó és kilugozó tevékenységének könnyű zsákmányává váltak.“

A talajtan Vaszilij Robertovics Viljamsz (1863—1939) munkáiban érte el teljes kifejlődését. Viljamsz eredetileg agrofizikai munkákat folytatott. A talaj mechanikai elemzésére vonatkozó munkái mindmáig klasszikusoknak tekinthetők. De Viljamsz meglátta, hogy a talajnak tisztára fizikai kutatása nem biztosíthatja teljesen a talajban végbemenő folyamatok irányítását és nem biztosíthatja a maximális termékenységet. Kémiai úton kellett a kérdéseket megközelíteni. Viljamsz megkezdte a talaj vegyi összetételével s a talajban végbemenő vegyi folyamatokkal foglalkozó híres kutatásait. Kísérletei megmutatták, hogy a vegyi folyamatok a talajban mikroorganizmusok közreműködésével mennek végbe s így a talajban élő mikrolények tevékenységének eredményei.

A talajnak tisztára statikai kutatása azonban nem adja meg a kutatónak a gyakorlati feladatok elérésére nélkülözhetetlen támaszpontokat. Ahhoz, hogy a talaj termékenységét irányíthassuk, ismerünk és tanulmányoznunk kell a talaj keletkezésének és változásának folyamatát. Ehhez okvetlenül történetileg kell kutatnunk a környezet és az élő szervezetek, valamint a talaj, a mikroorganizmusok és a zöld növények kölcsönhatását. A növények, a növényi közösségek megváltoztatják a talaj alkatát, amely a növényi közösségek fejlődésével együtt változik.

„Első tekintetre úgy tűnik — mondja Viljamsz —, hogy a növényi közösségek tanulmányozása és a talajkutatás között igen nagy a távolság, s hogy

a talajkutató, aki a növényi közösségek kutatásának terére tévedt, idegen úton jár. Valójában, ha a talajt, mint természeti jelenséget szemléljük, amely létrejöttét az ország hegyközete, éghajlata, növényvilága, domborzati formái és kora kölcsönhatásai bonyolult összességének köszönheti, akkor kell hogy a talajkutatót behatóan érdekelje: milyenek a természetes feltételei a növények elterjedésének a szárazföld felületén. Ezek lényeges elemét alkotják tudományos munkásságának.“

Viljamsz a természeti adottságok feltételei között tanulmányozta a növények életét, kutatta a növényi közösségek fejlődését, rendkívül bőséges ténybeli anyagot halmozott fel, egyesítette ezt az anyagot a kémiai kutatások eredményével s megalkotta *az egységes talajképző folyamat* elméletét. Számbavette agrobiológiai munkáiban az ember tevékenységét is. Behatóan tanulmányozta és feldolgozta Marx felfogását, mely a talajt, mint az emberi munka termékét tekinti, s foglalkozik a mezőgazdasági gyakorlat hatásával a talaj változásaira. Viljamsz egységes agronómiai elméletet alkotott, amely a talajkutatás elméleti eredményeit is, a mezőgazdasági gyakorlatot is magában foglalta. Az egységes talajképző folyamat felfogása Viljamsznál már a forradalom előtt kialakult, de csak a forradalom után bontakozott ki teljesen s vette fel magába az eddiginél sokkal nagyobb mértékben a mezőgazdasági gyakorlat tapasztalatát. Az elméleti problémák összhangja a mezőgazdasági gyakorlat problémáival, ez egyik legjellemzőbb vonása a Viljamsz által alapított iskolának, ami azonban teljes mértékben csak a szovjet időkben bontakozott ki.

Viljamsz a szovjet időkben megvalósította

ifjúsága elgondolásait — a talajképződés biológiai tényezőinek teljes számbavételét. Már a múlt század végén — közvetlenül Dokucsajev nyomán — azt állította, hogy a biológiai tényezőknek döntő szerepük van a talajképződésben. „Az elmálás folyamata — írta Viljamsz — csupán az első lépés a talajképződés felé; ez adja azt az anyagot, amelyből később a talaj képződik; ezt az anyagot nevezzük a talajkutatásban anyakőzetnek. A talajképződésre viszont jellemző az a körülmény, hogy döntő jelentőségűek számára a biológiai és éghajlati tényezők, miközben az elsők, azaz a biológiai tényezők, az utóbbiaknak visszatükröződései.“

Viljamsz élete során mind mélyrehatóbban kutatta a biológiai tényezők hatását a talaj fejlődésére. Idővel mind élesebbé vált a történelmi határvonal a régi, formális talajkutatás s a Viljamsz által megalkotott új, evolucionista, hatékony talajkutatás között. „Talajkutatás“ című könyvében Viljamsz ezt írja: „Most a talajt olyan környezetnek tekintjük, amely szervesen összefügg az éghajlati tényezők által meghatározott felsőbb- és alsóbbrendű élőlények azon közösségeivel, amelyek benépesítik. E növényi közösségek jellegét és sajátosságát az éghajlat és az anyakőzet kölcsönhatása határozza meg. Másrésztől mind a talajnak, mind utóbbin keresztül az éghajlatnak sajátosságait és jellegét a talajban élő felsőbb- és alsóbbrendű szervezetek összes életműködésének együttes hatása szabja meg.

Csak ha a talajt ebből a szempontból vizsgáljuk, szűnik az meg valamilyen halott szubsztrátum lenni, melyben a magasabbrendű növények csupán támaszt és bizonyos tápanyagokat találnak — mint amilyennek a talajtan fejlődését sokáig

gátló és idejétmúlt régi talajkutatás a talajt tekintette. A talajban végbemenő s az ásványkémia szempontjából megmagyarázhatatlan és bonyolult folyamatok rejtélyessége csakis a talajnak ilyen szemlélete mellett szűnik meg. Az élettelen por helyett, amely — a természet általános törvényeivel ellentétben — nem vesz részt a természet általános fejlődésében, a kutató szeme előtt kibontakozik a természet harmonikus fejlődésének szerves képe. A természet valamennyi jelensége között okozati összefüggés áll fenn s valamennyi fejlődési stádium a logikai szükségszerűség végső fokon egyszerű összefüggéseiben egyesül egymással.“

Viljamsz elmélete a talaj egységének s a talajban végbemenő folyamatok kapcsolatának és függőségének dialektikus felfogásából fakad. A régi növényélettan és a régi agrokémia azt állította, hogy a termés hozam csupán egyik-másik ásványi anyagnak a földben való jelenlététől függ. Így például a régi agrokémia hívei megvizsgálták a talaj nitrogéntartalmát és kimutatták, hogy a termés hozam a talajban foglalt nitrogén mennyiségével arányos. Végeredményben azonban kitűnt, hogy bizonyos idő leteltével további nitrogén hozzáadása már nem növeli a termés hozamot. A burzsoá tudomány ebből „csökkenő termékenységre“, a „termés hozam korlátaira“ következtetett s újból elismételte Malthus elmeszüleményeit arról, hogy a létfenntartási eszközöket lehetetlen a lakosság növekedésének arányában növelni. Viljamsz a marxizmus klasszikusainak munkáira támaszkodva küzdött a „korlátozottság“ elmélete ellen. Kimutatta, hogy ez a korlátozottság csak abban az esetben érvényes, ha nem fordítanak

figyelmet a talajban végbemenő biológiai folyamatokra, valamint a talajban végbemenő biológiai folyamatok eredményeképpen kialakuló talajszerkezetre. A szerkezetnélküli talajban, amely századmilliméteres vagy még kisebb részecskékből áll, a növények nem használhatják fel teljes mértékben a nitrogént, a káliumot, a foszfort és a többi tápanyagot. A szerkezetnélküli talajban a növények nem használhatják fel a légköri csapadékok vagy a mesterséges öntözés által rendelkezésükre bocsátott vizet sem. A régi agronómia nem tekintette a talajt olyan élő környezetnek, amelyben a mechanikai, fizikai és vegyi folyamatok összekapcsolódnak s kölcsönhatásban állnak a biológiai folyamatokkal. Pedig éppen a biológiai folyamatoktól függ a talaj szerkezete s ettől függ a víz és a tápanyagok felvétele. A mechanikus agronómia hívei túlbecsülik a biológia szempontjából nem specifikus, tisztára vegyi folyamatok szerepét, figyelmen kívül hagyják a talajban végbemenő specifikus biológiai folyamatokat, s főleg a mikroorganizmusok tevékenységét. Egyébként a talajbaktériumok aktivitásának óriási jelentősége V. I. Vernadszkij elméletéből is következik. Minden egyes hektár szántóföldben legalább 25 000 trillió baktérium van. Ezek a baktériumok táplálkoznak és lélekzenek; táplálkozásuk és lélekzésük közvetlenül a föld felszínén keresztül történik. Ám az egy hektárnyi földet benépesítő egyedek felületének összege több hektárt tesz ki. Ezek a mikroorganizmusok hatalmas talajátalakító erőt jelentenek. Viljamsz a füves rendszer elméleti alapjaiba belefoglalja a mikroorganizmusok kémiai szerepének részletes elemzését is. „Megvizsgálja, miként viselkednek a baktériumok abban a pillanat-

ban, amikor a talaj fölös vízmennyiséget tartalmaz, majd nyomban ezután, amikor a talaj vizet veszít. A szerkezetnélküli talajra az állandó ugrásszerű ingadozások jellemzőek a vízfölöslegtől a vízhiányig, mivel a talaj, rögök hiányában, nem tartja vissza a nedvességet s így a vízellátás egyenletessége csupán az eső gyakoriságától függ. A szerkezetnélküli talajra hulló eső idején a víz rendkívül szűk, kapilláris csatornákon át szivárog lefelé. Mikor a hajszálcsövek már megteltek vízzel, a víz leszivárgása megszűnik. A szerkezetnélküli talaj vízfelvevőképessége rendkívül csekély. Ezért áll be vízfölösleg után hamarosan vízhiány. A talaj felülről kiszárad, s így a víz felülről lefelé való áramlását ennek ellenkezője, az alulról felfelé irányuló mozgás váltja fel.

A baktériumok a vízfölösleg pillanatában rendkívül gyorsan nyelik el a talajban található oxidok oxigénjét. Ez a vegyületekből elnyelt oxigén szolgál a baktériumok táplálékául. A nagyszámú baktériumok gyors táplálkozása vegyileg újjáépíti azt a környezetet, amelyben a növények gyökerei vannak. Márpedig ezek a gyökerek éppen az oxigén alkotta sókkal, a különböző elemek oxigénvegyületeivel tudnak táplálkozni. A szerves anyag szintézise olyan újjáépítési folyamat, amelynek számára az oxidoknak kell kiindulási anyagul szolgálniuk. De a zöld növények tápláló környezete a vízbőség pillanatában a mikrobák tevékenységével már helyre is állt. Utána a növények éhezni kezdenek, s ha ez a folyamat elhúzódik, elpusztulnak. A növények vízfölösleg esetén való pusztulását „elázás”-nak nevezik. A régi agronómia az elázást a gyökerek lélekzésére szolgáló oxigén elégtelenségével magyarázta. Viljamsz más

magyarázatot adott. Kimutatta, hogy a zöld növények gyökerei nem a talajból, hanem a légkörből vett oxigénnel lélekzenek. Ami viszont a talajban levő oxigént illeti, ez a növények táplálkozására szükséges. Viljamsz rámutat arra, hogy a vízbőség időszakaiban hiány van a felvehető táplálékban. Ez addig tart, amíg a talaj a víztől meg nem szabadul, amíg a víz a hajszálcsövekből ki nem kerül, hogy az oxigén bejuthasson a légkörből a talajba s újból oxidálhassa a mikrobák felépítette környezetet. De a növények ezalatt más bajban szenvednek. A növények táplálkozásának előfeltétele, hogy a táplálék vizes oldatban legyen, a víz elégtelensége tehát szintén gátolja a növények táplálkozását. Ha a víz egészen csekély, a növények kiégnek, azaz megint csak elpusztulnak, de ezúttal a víz elégtelensége miatt. Ilyenformán a vízellátás ingadozásai, a víz jelenlétének a táplálkozásra gyakorolt ellentétes hatásánál fogva, mindenképpen pusztítóak a növényekre.

Csakhogy ez az ellentét csupán a szerkezet nélküli talajokra jellemző! A szerkezet nélküli talajban, az említett ellentét következtében, a növények a talajba kerülő víznek csupán kis részét használják fel. Ha sok a víz, akkor a növények nem táplálkozhatnak, mert a mikrobák vegyileg újjáépítették a tápláló környezetet. A táplálkozás csak akkor kezdődik, amikor a talajt átható víznek körülbelül a fele marad meg a talajban. A szerkezet nélküli talaj azonban a légköri csapadékoknak csupán 7—8 százalékát képes megőrizni. Ennek is mindössze a fele, azaz csupán 3—4 százalék használódik fel. Ebből következik — s ezt Viljamsz kimerítően mutatta ki — hogy a szerkezet nélküli talajok a víznek csupán igen csekély részét hasz-

nálják fel. Ezzel szemben a szerkezeti talajban a növények nem szenvednek a légzés és táplálkozás céljait ellentétesen szolgáló oxigén és víz miatt. A szerkezeti talaj biztosítja az évi légköri csapadék 85 százalékával egyenlő állandó vízkészletet. Ezért sokkal nagyobb a növények termékenysége a szerkezeti talajokon, mint a szerkezetnélkülieken. A szerkezeti talajban a növény minden időben el van látva vízzel és táplálékkal. Itt nincsen ellentét a két tényező között. A véletlen mozzanatok — az esők gyakorisága — itt nem befolyásolják a termést, minthogy a talaj, tekintet nélkül az eső gyakoriságára, minden időben megőrzi a nélkülözhetetlen vízkészletet.

A szerkezetnélküli talajok mihelyt a víz az apró részecskék közötti hajszálcsoveket megtöltötte, nem képesek többé a vizet felszívni. Ezért a tavaszi hólé, miután a talaj teljesen megtelt vízzel, lefolyik, sőt elmossa a talaj legtermékenyebb felső rétegét is. Ez a víz a továbbiak során gödröket mos ki, árkokat alkot, s a folyókba ömölve, áradásokat okoz; lerakja a lápokban a homokot; a humuszt, az agyagot pedig elhordja a tengerbe.

A szerkezeti talajban a víz aránylag nagyobb közökön hatol át a rögök közt, még akkor is, amikor maguk a rögök már vízzel telítettek. Bármilyen sokáig tartson is tehát az eső vagy a hóolvasdás, a szerkezeti talajon nem keletkeznek pocolyák, s a víz nem folyik végig a talaj felületén, hanem teljes egészében behatol a belsejébe. Az elpárolgás — az esők vagy a hóolvasdás megszűnte után — csupán a légköri levegővel közvetlenül érintkező kisebb talajrétegre terjed ki. A rögök belsejéből a víz nem párolog el, mivel a rögök közti közök vízpárakkal telítettek. A szerkezeti

talajban felgyűlt víz részben a rögök mentén szivódik fel, részben pedig a talajréteg alján gyülemlik össze.

Ez a talajszerkezet jelentősége. A metafizikus, régi agrokémia és növényélettan hívei nem vettek erről tudomást. Ezért nem láthatták előre az egyik vagy másik tényező hatásának eredményeit a termékenységre. A biológiai talajképző folyamatokba való erőteljes beavatkozás nélkül a növények rendkívül eltérő mértékben használják fel a vizet és a tápanyagokat. A talaj javítása és öntözése a legkülönbözőbb, s nagyon gyakran csak jelentéktelen eredményekhez vezethet, ha az agronómia nem avatkozik be erőteljesen a talaj biológiai folyamatainak menetébe. „Nyilvánvaló — írja Viljamsz —, hogy az ilyen «tudományos» rendszer a tervszerű szocialista népgazdaságban végleg elfogadhatatlan s hogy a többé-kevésbé hosszú időre előre meghatározott rendszeres tervszerű intézkedések alapját nem alkothatják sem a klasszikus növényélettan, sem pedig az «ásványi» agrokémia tételei; hiszen utóbbiakban e két tökéletlen tudomány csupán azoknak a hibás «kísérleteknek» az eredményeit ismételteti, amelyeket éppen e téves tételekből kiindulva folytatott.”

Ilyenformán, a szovjet földművelés szocialista, tervszerű jellege tette szükségessé azt az elméletet, amely megmutatja, miként lehet a talajban végbemenő biológiai folyamatokra gyakorolt hatással s a talajnak szerkezeti tételével a termékenységet sokszorososan növelni. Éppen a szocialista mezőgazdaság gyakorlati szükségleteivel összefüggően fejlődött ki a talaj modern elmélete. Ez az elmélet a talajt a biológiai, fizikai, vegyi és mechanikai folyamatok egységes komplexumának

tekinti, amelyben a talajok struktúráját létrehozó biológiai folyamatok határozzák meg a tápanyagoknak és a víznek maximális felvételét.

Mi az a szerkezeti talaj? Viljamsz — Doku-sajev és Kosztücev nyomán — a következő képet adja: a szerkezeti rögök szilárd, humusszal egymáshoz tapasztott részecskék, amelyeket a víz csak nagyon nehezen mos el. E részecskék nagysága különböző s néhány millimétertől néhány centiméterig terjed. Ezek a rögök a gyökerek nyomására összelapulnak. A pillangós növények gyökerei nyomásukkal létre is hoznak ilyen rögöket. A gyökerek egyúttal elosztják a talajban azokat a szerves anyagokat, amelyek a gyökerek pusztulása után humusszá, vagyis a rögök szilárdságát biztosító anyaggá változnak át. Ezért alakul ki a talajszerkezet évelő kalászos és hüvelyes növények időnként ismétlődő elvetésének eredményeként. Az évelő fűvek gyökerei megjavítják a talaj struktúráját s egyidejűleg megjavítják a talaj humusztartalmát. Elegendő megemlíteni azt, hogy a szovjet agronómusok a füves vetésforgó eredményeként — pillangós fűkeverék négyévi alkalmazás után — 59,3%, egy milliméternél nagyobb talajszemcsét értek el. Ez a százalékarány majdnem egyenlő a természetes szűz sztyeppe hasonló részecskéinek százalékarányával. Így tehát a pillangós fűkeverék szűzföldhöz teszi hasonlóvá a megmunkálendő talajt.

Viljamsz akadémikus „A földművelés füves rendszere“ című könyvében kifejtette a füves rendszerrel kapcsolatos agronómiai intézkedések összeségét. Ez a rendszer a kolhoz-mezőgazdaság tapasztalatán alapszik. Viljamsz különleges rend-

szert dolgozott ki minden egyes éghajlati és talaj-övezet számára.

„A földművelés füves rendszere — írja Viljamsz könyvében — valamennyi, megbonthatatlanul összefüggő és egymást meghatározó és alátámasztó tagozatával — a vetésforgók, a talajmegmunkálás, a növények trágyázásának és a védő erdősávok rendszerével — biztosítja a talajok termékenységének tartós feltételeit s a növények magasfokú termékenységét, hatalmas és tartós takarmányalap létesítését a termékeny állattenyésztés számára, s ebből következően, a munka sokkal nagyobb termelékenységet is. A földművelés füves rendszerére nemcsak a kolhozoknak és a szovhozoknak van úgy szükségük, mint a levegőre — ez a rendszer az út a szocialista mezőgazdaság újabb győzelmei, tehát a kolhoztagoknak és nagy hazánk egész lakosságának örömteli élete és még nagyobb felvirágozása felé.“

Viljamsz kimutatta munkáiban, hogy 1. a vízellátást szabályozó talajmegmunkálás és 2. a tápellátást szabályozó talajjavítók „közvetlen befolyást gyakorolnak arra a folyamatra, amely a talajnak az állandó kihasználási folyamatban szüntelen megsemmisülő — szemcsés szerkezetét állandóan helyreállítja. Éppen ezért a talajra gyakorolt hatás mindhárom rendszere (a kétfüves vetésforgó rendszer, a talajmegmunkálás és a növények trágyázásának rendszere), úgyszintén a légkör alacsony rétegének mikroklimájára gyakorolt hatás — a védő erdősávok rendszere alkotják szoros dialektikus összefüggésben a füves rendszernek, mint rendszeres agrotechnikai eljárásnak a tartalmát.“

Viljamsz hazafisága, a burzsoá tudomány felé irányuló bírálata tette lehetővé a tőkés világban uralkodó reakciós irányzatok által agyonhallgatott

darwini és pasteuri nézetek megértését és fejlesztését. Viljamsz példáján látható, hogy a tudós szovjet hazafi munkáiban mindig a burzsoá tudománynak harcias, pártos bírálatából indul ki. A szovjet tudós Marx, Engels, Lenin és Sztálin munkáiból meríti e bírálat példáit. Viljamsz a tudományos fejlődés élő dialektikájának metafizikai elferdítéséről ezt írja: „A tökéletes »aljasság« mechanisztikus »tudományának« végtelen óceánjában elmerült a tudomány olyan vezéralakjainak hangja, mint Engels, Marx, Pasteur, Darwin, Lenin; agyonhallgatták, elferdítették, »félremagyarázták«, betiltották, elűzték őket és minden eszközzel igyekeztek és mindmáig is igyekeznek meggátolni a materialista dialektika áradatának behatolását az alapelvvé emelt és büszke szavakkal »formális deduktív logikának« nevezett »józan gondolkodás« stagnáló nyárspolgári posványába. S ez alól a fogyatékos, szakadozó takaró alól az a megvalósíthatatlan remény kandikál ki, hogy a történelem kerekét visszafordítsák.“

A szovjet agronómiában a földművelés füves vetésforgón alapuló rendszere egybekapcsolódik új növényi szervezeteknek Micsurin és Lüszenko munkáin alapuló kitermelésével. Már Tyimirjazev is kifejtette munkáiban egyrészt az agrotechnika, másrészt a növényi természet átalakításának tudományos tételeit. Micsurin munkáiban összeegyeztette a növények életére gyakorolt agrotechnikai hatás új eszméit azokkal az alapelvekkel, amelyek a növények változékonysága és öröklődése törvényszerűségeinek tudományos materialista magyarázatára vonatkoznak. A szovjet darwinizmus egyesítette Darwin, Tyimirjazev és Micsurin felfogását a formaképződésről, Dokucsajev, Kosztücsjev és Viljamsz elméletével a talajképződésről. Ilyenformán

—Lüszenko szavai szerint— „a modern szovjet agrobiológia alapját olyan darwinizmus alkotja, mely a Micsurin—Viljamsz-féle elmélet megvilágításában átalakult és termékeny szovjet darwinizmussá vált“.*

*

Az az elmélet, amely az élő szervezetek öröklődési természetének változásaival foglalkozik — a talajtanhoz hasonlóan — szervesen összefügg a forradalomelőtti haladó természettudománnyal. A szerves fejlődés tanát az orosz gyümölcsstermelés nagy átalakítója, Ivan Vlagyimirovics Micsurin (1860—1935) dolgozta ki, aki a nyolcvanas években kezdte tudományos tevékenységét. Akkortájt tűzte maga elé az oroszországi kertgazdaságok megújításának feladatát. Micsurin később megírta, hogy elgondolása a következő volt:

„1. Kitermelni a gazdasági szempontból legértékesebb gyümölcsstermő fajtákat.

2. Megteremteni az északi gyümölcsstermelést, azaz közelebb vinni a sarkkörhöz az almát, körtét, szilvát, meggyet, s ugyanígy átvinni a középső és részben az északi övezetekbe a déli kultúrákat, mint a szőlőt, a kajszi- és őszibarackot.

3. Átváltoztatni ehető, termesztett növénné néhány vad növényt, mint például a fagyálló, évenként gyümölcsöző, nagyhozamú vörösberkenyét, fagyalt és galagonyát.

4. Kitermelni a mi szükségleteinknek sokkal inkább megfelelő, teljesen új növényfajtákat.“

* *Lüszenko*: A biológiai tudomány állásáról. Szikra 1949. 50—51. old.

Micsurin terve súlyosan fenyegette a weismannista téveszméket. A weismannisták nézete szerint a növények létfeltételeinek megjavítása sohasem vezethet öröklődésük megváltozásához. „Gondozzatok a növényeket, öntözzétek, ahogy tetszik, trágyázzátok a talajt stb. — mondták a weismannisták — egyre megy, mert az így nyert magvakat elvetve sem kaptok olyan növényeket, amelyek a régiektől különböznének.“ A weismannisták nem akarták tudomásul venni a gyakorlati emberek tapasztalatát, amely azt bizonyítja, hogy a talajmunkálásnak és az egyes élő szervezetek gondozásának megjavításával nemcsak ezek az egyes szervezetek változnak meg, hanem egész fajtájuk is.

Micsurin többszáz új növényfajtát termelt ki s ezt a növények létfeltételeinek megváltoztatásával érte el. Kezdetben, a nyolcvanas években, a legjobb hazai és külföldi gyümölcstermő növényfajtákból termelt és választott ki csemetéket. Az eredmények elégtelenek voltak. „Kitünt — mondja Micsurin — hogy a legjobb hazai fajták kiválogatott sarjai tulajdonságaikban csupán jelentéktelen túlsúlyt adtak a régi fajtákkal szemben, a külföldi fajták magvaiból nyert sarjak viszont legtöbbször nem voltak ellenállóképesek és kifagytak. Be kellett tehát vezetnem a hibridizációt, vagyis a gyümölcs-termő növények termékenységük és ízük szerint legjobb, zseme külföldi fajtáinak a mi hazai, szivós fajtáinkkal való keresztezését. Ez lehetőséget nyújtott a hibrideknek arra, hogy egyesítsék magukban a külföldi fajtáknak az anyanövények kereszteződése révén öröklött szépségét, jobb ízét és a mi hazai, fagyálló formáinknak a mi vidékünk éghajlatával szembeni ellenállóképességét.“

A véletlen változások passzív szelekciójának

módszere vezethetett bizonyos eredményekhez Kaliforniában, ahol Burbank számos kiváló gyümölcs- és bogyófajtát termelt ki. „Ezzel az eljárással szemben, amely a jó fajtájú fácskák véletlen fellelésén alapszik — folytatja Micsurin — csupán a nyugati, melegebb országok kedvező éghajlati viszonyai között vagy az amerikai Kaliforniában boldogulhatunk. Kaliforniában az utóbbi időben Luther Burbank ismert originátor dolgozott. Ott, a meleg éghajlat s főleg a véletlenül lelt jobb fajták tömeges elültetése mellett különösebb emberi igyekezet nélkül is találhatunk sok értékes anyagot. Nálunk azonban, főként a Szovjetunió északi és középső zónáiban, a mi szigorú éghajlati viszonyaink s aránylag rövid vegetációs időszakunk mellett, az ember nem jut messzire ezzel az eljárással.“

Ha Micsurin a forradalom előtt, az oroszországi természeti viszonyok különleges feltételeiből kiindulva, Burbankhoz képest új módszert alkalmazott, a forradalom után a szelekció és a hibridizáció széleskörű fejlődésének oka az egész földművelés gyökeres megváltozása volt. A földművelés gyökeres és gyors átalakulását biztosító új társadalmi rend nem érthette be a növényeknek csupán nagyon lassú megváltoztatásához vezető passzív módszerekkel. Micsurin ezt írta: „A mi hazai fajtáink sarjainak elültetésével csak ugyanolyan minőségű s föllette jelentéktelen javulást mutató fajtát kaphatunk. Általában, nagyon lassan, néhány évszázad alatt, sok sarjnemzedék felnevelésével természetesen nálunk is jelentékeny javulások érhetők el, amint ez egyébként a kertészet fejlődésének általános történetéből látható. De az emberi élet valamennyi részletére kiterjedő modern fejlődés gyors áradatában nem várhatunk ilyen sokáig a javulásra.“

Micsurin az új növényfajták kitermelésének említett módszerei közül nem az általa is ismert elsőt, hanem a másodikat, az újat választotta. Ez az eljárás a hibridizációban, az ellenállóképes helybeli növényfajtáknak a meleg vidékeken kitermelt, nagyhozamú kultúrfajtákkal való keresztezésében állt. Micsurin Oroszország északi és keleti vidékeinek vad növényeit keresztezte a déli kultúrnövényekkel. Utazóktól, vadászoktól kapta Szibéria, a Távol-Kelet és Közép-Ázsia hegyes körletei fagyálló növényeinek magvait. A délvidékről viszont mandula-, őszibarack-, szőlő- stb. magvakat küldtek Micsurinnak. Micsurin óriási gyűjteményt állított össze gyümölcstermő növényekből, majd kitermelte és keresztezte a vadonnövő ellenállóképes növényeket a kultúrnövényekkel. A kilencvenes években Micsurin faiskolájában először jelentek meg a nyílt talajon telelő cseresznyék, ringlók és szőlők.

Később azonban kitűnt, hogy a faiskola zsíros, fekete földje csökkenti a hibridek fagyállóképességét. Amikor Micsurin e hibáról meggyőződött, ezt írta: „...Semmiesetre sem szabad a csemeték alá zsíros összetételű talajt adni, s még inkább kerülni kell a csemeték növényi fejlődését fokozó talajjavítók alkalmazását. Ellenkező esetben a szervezetben, fejlődése folyamán, a melegebb országokból vett fajták öröklött sajátságai jutnak túlsúlyban uralomra... Természetesen, a zsíros talajban való termesztésnél, egyéves korban kiválogatva, sokkal több jobb csemetét kaptunk, de mindezek, ellenállóképességüket tekintve, teljesen alkalmatlanok voltak a mi vidékünkön való termesztésre.”

Micsurin, ebből a gondolatból kiindulva, elhatározta, hogy elhagyja eredeti kísérleti telkét s átszállítja faiskoláját egy másik telekre, Kozlov — a

mai Micsurinszk — környékére. Ez a földdarab egy folyó völgyben feküdt, az áradások hozta ülepedések itt kilugozottak és szűkösek voltak, s a föld felületét számos mocsár és árok borította. Micsurin 1900-ban szállította át fajtagyűjteményét az új földdarabra. Az ösztövért talajon, zord feltételek között felnövő növények teljesen fagyállóak lettek. Itt alapította meg Micsurin híres szelekciós és genetikai állomását.

A kilencvenes években új szakasz kezdődött Micsurin munkásságában: ekkor kezdte messze-menően kifejleszteni a hibridizációval kapcsolatos munkáit. A keresztezésnél figyelembe vette, milyen igények léptek fel a külső környezettel szemben a filogenezis eredményeként a keresztezendő növényeken. Előbb meghatározta, hogyan fog megváltozni az adott körülmények között a hosszú alkalmazkodással kidolgozott öröklődési alap. Micsurin éppen a szervezet öröklődési alapja elváltozásainak törvényszerűségeiből indul ki, így válogatta össze a keresztezendő növényformákat s már előre megállapíthatta, hogy a hibrid melyik átszármaztatott tulajdonsággal fog rendelkezni.

Micsurin, a keresztezendő növények igényeinek számbavételével, megoldotta a nemrokon fajták hibridizációjának problémáját. Tudta azt, hogy milyen fejlődési lehetőségekkel bír a kitermelendő növények öröklődési alapja és hogyan függnék össze ezek a lehetőségek a növények létfeltételeivel. A létfeltételek megváltoztatásával lehetővé tette a hibrid egyes, szülőitől örökölt tulajdonságainak kifejlődését, viszont nem tette lehetővé a nem kívánatos tulajdonságok kifejlődését. Micsurin megértette, hogy az öröklődés a növény életének csupán általános jellegét határozza meg előre, hogy az egyforma

magvakból kinőtt fák különböző sajátságokkal s mindenekelőtt eltérő gazdasági tulajdonságokkal rendelkezhetnek, aszerint, hogy kitermelésük milyen viszonyok között történik.

Lüszenko ezt írja: „Micsurin, a formális Mendel—Morgan-féle genetika képviselőitől eltérően igen jól tudta, hogy ugyanazokból a hibridmagvakból, amelyeket azonban különböző viszonyok között termeltek ki, különböző gazdasági tulajdonságokkal és sajátságokkal bíró fajták keletkeznek. I. V. Micsurin a meghatározott külső viszonyoknak meghatározott időben történő felcserélése révén, megváltoztatta és irányította a növények egyéni fejlődését s ezzel az egész fajta fejlődését is.“*

Itt egy történelmi szempontból lényeges körülményt kell kiemelnünk. Micsurin munkássága természetesen nem bontakozhatott úgy ki a forradalom előtt, mint később, a szovjet időszakban. De már munkásságának kezdetén túlment a hivatalos tudomány keretein, nevezetesen azért, mert gyakorlatilag is túlment az osztálytársadalom feltételei között megvalósítható termelési feladatokon. Micsurin teljesen át akarta alakítani az orosz kertészetet s messze északra kitolni a déli gyümölcsök termesztési határait. Ez a feladat alapvetően eltér még a legkiválóbb polgári szakemberek szándékaitól is. Ahhoz, hogy a kitűzött feladatot megoldhassa, Micsurinnak hatékonyan kellett beavatkoznia a növényi szervezetek egyéni fejlődésének menetébe. Variálni kellett a környezeti viszonyokat és átszarmaztatandó új tulajdonságokat kellett létrehozni. Ehhez nemcsak a Weismann—Mendel-féle nézete-

* Lüszenko: Agrobiológia. 1946. 198. old. (oroszul).

ket kellett elvetni, hanem Darwinnál is tovább kellett menni a szerves világ fejlődésének elméletében.

Darwin idejében az úgynevezett „szelektorok“ az állattenyésztők és növénytermesztők között beérték az egyszerű kiválasztással, de nem tudták a szervezeteket megváltoztatni. Micsurin kezdetlegesen találta ezt a módszert. A növénynek azon öröklődötten berögződött szükségleteiből indult ki, melyek a talajjal, a hőmérséklettel, a megvilágítással stb. kapcsolatosak s ezeket a tényezőket variálva kényszerítette a növényt, hogy az új viszonyokhoz alkalmazkodjék és így megváltozzék. A növényi fejlődésbe való erőteljes beavatkozás egyik módszere a vegetatív hibridizáció. Micsurin az egyik fajta oltóágát a másik fajta növényének koronájába oltotta. Kölcsönhatás jött létre az anyanövény és a sarj között. Micsurin hosszas kísérletek eredményeképpen arra a gondolatra jutott, hogy nemcsak az anyanövény hat a ráoltott oltóágra, hanem a sarj is hat az anyanövényre, ha ez az utóbbi fiatal hibridcsemete. Micsurin a fiatal hibridnövény csemetéjébe oltotta a régi fajta oltóágát. Annak ellenére, hogy az oltóág a hibridnövélynél jóval kisebb, hatása mégis lényeges, mivel a fiatal hibrid nagyon fogékony. Micsurin „mentor (nevelőnövény)módszer“-nek nevezte ezt az eljárást. A beoltott oltóág a fiatal hibridcsemete számára a nevelő, a mentor szerepét tölti be.

A vegetatív hibridizáció új növényfajták kitermeléséhez vezetett. Ez gyökeresen ellentmond Weismann, Mendel és Morgan nézeteinek. A weismannisták nézetei szerint új növényfajtákat csupán különböző fajok ivaros keresztezésével lehetett kapni. Ha egy növény porzójából átvisszük a virágport egy másik faj virágainak termőibe, olyan magvak

keletkeznek, amelyekből hibridek, azaz mindkét keresztezett faj tulajdonságaival rendelkező keverékek nőnek ki. A továbbiakban e hibridek magvaiból hozzájuk hasonló utódok nőnek ki s ilyenformán új fajta keletkezik. Weismannak a kromoszómás öröklődésen alapuló felfogásából az következik, hogy amennyiben egy növény oltóágát a másikba oltjuk, nem kapunk új fajt, nem kapunk egész sor, az anyató és a sarj tulajdonságait egyesítő növény-nemzedéket. Az egyik növény oltóágának a másikba való oltása esetén e növények csirasejtjei nem egyesülnek, s a csirák eme egyesülése csak ivaros keresztezésnél fordul elő. Oltás esetén az oltvány és az anyató közös anyagcseréje jön létre s amennyiben a kromoszómák „külön világot” alkotnak — akkor nem változnak, s az oltott ág begyűjtött magvaiból a régi fajta, semmiben meg nem változott növényeket kapjuk. Micsurin azonban a vegetatív hibridizáció módszerével száz és száz új növényfajt termelt ki. Ez a tény azt jelentette, hogy a kromoszómás öröklődés — koholmány, hogy a kromoszómák függetlensége más szövetektől — koholmány, hogy az átszarmaztatandó elváltozások függetlensége a szervezet létfeltételeitől, az anyagi környezettől — koholmány, s hogy a weismannizmus hazug, reakciós, materialista- és tudományellenes fecsegés.

A vegetatív hibridizáció klasszikus elméletét Lüszenko foglalta össze. Ő a következő módon magyarázza e folyamat természetét. A növényi sejt az őt körülvevő környezetből anyagot asszimilál s ezt disszimilálja. A sejt, egész sor sejtenbelüli folyamat eredményeképpen, végülis kettéoszlik. Az ivarsejt, a zigóta, melyből az új szervezet fejlődik, kissé másképpen fejlődik, mint a szervezet többi sejtjei. Ez nem osztódás, hanem két ivarsejt egyesülésének

eredményeként jön létre. Az ivarsejtek egyesülését azonban úgy is tekinthetjük, mint az asszimilációnak egyik különleges fajtáját. Ez a specifikus asszimiláció természetesen elvben nem különbözik a közönséges asszimilációtól, amelynek eredményeként az ivarsejtek kifejlődnek. A két sejt egyesülését, aminek eredményeként a zigóta keletkezik, úgy tekinthetjük, mint a spermatozoida magvának a petesejt általi vagy a petesejtnek a spermatozoida magva általi asszimilációját. A két ivarsejtnek ilyen kölcsönös összeolvadása egy új sejtnek, a zigótának keletkezéséhez vezet s ez a sejt minőségileg különbözik az egymást elnyelő ivarsejtektől. Mindenestre azonban a minőségileg új sejt keletkezése új anyagok asszimilációjával függ össze.

A külső környezethez való fejlődés történeti alkalmazkodás eredményeként mindegyik sejt, szerv, szervezet a maga egészében bizonyos kiválasztási szabadságra tesz szert a külső környezeti viszonyok tekintetében. A szervezet minden sejtje rendelkezik a fajtájára jellemző sajátságokkal. Tegyük fel, hogy az egyik növényfajta sejtjei egy másik fajta szövetképző anyagaival kezdenek táplálkozni. Eközben olyan anyagok asszimilációja megy végbe, melyekben a külső környezeti viszonyoknak egy másik komplexumával összefüggő, idegen öröklődési alap rögződött be. Ennél a környezettel szemben új követelményeket támasztó sejtek jönnek létre, tehát új fajú, új fajtájú szervezet fejlődik ki.

„Mi jön létre akkor — teszi fel a kérdést Lüszenko — ha egy növényfajta sejtjeit megtanítjuk táplálkozni (azaz kényszerítjük, hogy megfelelően asszimiláljanak) egy másik fajta kész, szövetképző anyagaival, vagyis hogyan folyassunk két növényfajtát egybe, amint ez az ivarsejtek egyesülésénél

történik? Logikusan azt kell elvárnunk, hogy új természettel rendelkező új sejteknek kell létrejönniök. Más szóval, hogy vegetatív hibridnek kell létrejönnie, mely kisebb-nagyobb mértékben mind az első, mind a második fajta sajátásaival rendelkezik. Én úgy vélem, hogy ezeknek a hibrideknek nem kell az ivaros úton nyert hibridektől különbözniök.“

Lüszenko egész sor kísérlettel támasztotta alá ezt az elgondolását. A kísérletek megerősítették az anyató és a sarj kölcsönös hatására vonatkozó micsurini felfogást és megmutatták, hogy a vegetatív hibridizáció nem különbözik az ivaros hibridizációtól új fajok és fajták keletkezésének szempontjából; az új fajok és fajták már tovább örökölik a külső környezettel szemben támasztott új követelményeket. Utóbbiak az egyik esetben az ivarsejtek kölcsönös asszimilációjának eredményeként, a másikban pedig annak eredményeként képződnek, hogy az egyik fajta sejtjei a másik fajta sejt- és szövetképző anyagát asszimilálják.

Micsurin kísérletei és felfedezései ilyenformán teljesen ellentmondanak a mendelizmusnak. Megjegyzendő, hogy ezek a kísérletek nemcsak lerombolták a mendelisták építményét, hanem egy olyan élesen körvonalazott eszmei fegyvertárt is nyújtottak, amelyet Micsurin felhasznált a mendelizmus elleni harcában. Micsurin ezt írta: „Ami pedig Mendel hírhedt borsó-törvényeinek az élő gyümölcsös növények új hibridfajtái kitermelésére való alkalmazhatóságát illeti, erről csak azok álmodozhatnak, akik mit sem értenek e kérdéshez. Mendel következtetései nem csupán az élő, de még az éves gyümölcsös növények keresztezésénél sem igazolódnak be...“

Más helyen Micsurin így ír: „... Mendel munkáit túlságosan korán tartották általános törvénynek, mivel valójában gyakran ellentmond a természeti igazságnak és a természetnek, amely előtt a tévesen értelmezett jelenségeknek semilyen mesterséges szövevénye sem állja meg a helyét. Kívánatos lenne, hogy a pártatlanul gondolkodó megfigyelő fontolóra vegye véleményemet és személyesen ellenőrizze a jelen következtetések helyességét; ezek olyan alapnak bizonyulnak, amelyet az eljövendő évszázadok és évezredek természettudósainak hagyunk örökségül.“

Micsurin alkotó munkásságának Októbert követő, legtermékenyebb időszakában mind a mendelizmus elleni elméleti harcában, mind kísérleti kutatásaiban tudatosan a dialektikus materializmus eszméiből indult ki. Ezidőtájt változtatta át a szovjet kormány Micsurin szelekeiós telepét a kísérleti intézmények óriási kombinátjává. Micsurin telepe már a forradalom első éveiben kezdett fejlődni és terjeszkedni. 1922-ben Lenin részletesen megismerkedett Micsurin munkáival s a szovjet kormány ezt követően még nagyobb mértékben kibővítette a micsurini faiskolát. Sztálin személyesen gondoskodott a micsurini tanítás kísérleti alapjának kibővítéséről s az ott elért eredményeknek a Szovjetunió mezőgazdaságában való meghonosításáról. A forradalomelőtti Oroszországban a micsurini tanítás nem volt „udvarképes“, ellentmondott a kizsákmányoló rend ideológiai támaszainak s nem találhatott alkalmazásra az elmaradt földművelésben. Lüszenko szavai szerint „V. I. Lenin és I. V. Sztálin felfedezte Micsurint és tanítását a szovjet nép tulajdonává tette. Atyai gondoskodásukkal lehetővé tették mun-

káját s ezzel megmentették a kitűnő Micsurin-féle elméletet a biológia számára“.*

Mondanunk sem kell: csupán Leninnek és Sztálinnak, csupán a Nagy Októberi Szocialista Forradalomnak s a mezőgazdaság szocialista újjáépítésének köszönhető, hogy a micsurini tanítás nem merült feledésbe s a modern biológia alapjává vált.

Ezt mondja Micsurin 1934-ben, Sztálinnak írott levelében:

„A gyümölcs- és bogyótermő növények új fajtái kitermelésének és új növényi szervezetek létrehozatalának művét, amelyet hatvan esztendővel ezelőtt kicsiben, egy szánalmas parasztpottához tartozó telken kezdtem el, a szovjet hatalom sokezer hektáros kertgazdasággal, nagyszerű laboratóriumokkal, dolgozószobákkal és számos nagyképzettségű tudományos munkatárssal rendelkező óriási összszövetségi ipari gyümölcsgazdasági és tudományos növénygazdasági központtá változtatta át.

A szovjet hatalom és az Ön által vezetett Párt engem is átváltoztatott magános, a hivatalos tudomány és a cári földművelésügyi kormányzat hivatalnokai által megtagadott és kinevetett kísérletezőiből olyan kísérleti munka vezetőjévé és megszervezőjévé, amelyet sok százezer növényen végeznek.

A Kommunista Párt és a munkásosztály megadott nekem minden szükségest — mindazt, amit a kísérletező munkájához megkívánhat. Életem álma beteljesül: a gyümölcsös növények általam kitermelt új, értékes fajtái nem kerültek a kísérleti telepekről egyes jó módú kulákokhoz, hanem a kolhoz-

* *Lüszenko*: A biológiai tudomány állásáról. Szikra 1949. 54. old.

és szovhozkertek tömegeibe, hogy a kishozamú, régi, rossz fajtákat felváltsák.“

A „Hatvanéves munkásságom eredményei“ harmadik kiadásához írt előszavában Micsurin élesen, rendkívül határozott formában fejtette ki azt a gondolatot, hogy miként függ össze a haladó biológia Marx, Engels, Lenin és Sztálin tanításával, valamint a szocialista mezőgazdaság gyakorlatával s általában a szocialista építéssel.

„A dialektika szerint «semmi sem örökké tartó, feltétlen szent, mindenben és mindenben a szükség-szerű elmúlás jele mutatkozik, a dialektika szerint semmi sem állandó, kivéve a keletkezés, az alsóbb rendűtől a felsőbbrendűhöz való felemelkedés szakadatlan folyamatát». (Engels: A természet dialektikája). Ez az elv mindig alapelvnek bizonyult munkáimban s vörös fonalként húzódik végig nagyszámú kísérleteimben, melyeket a gyümölcs- és boggyótermő növények meglévő fajtáinak nemesítése s új fajtáinak kitermelése terén végeztem.

Rendkívül jelentős változások mentek végbe nálunk a forradalom évei alatt.

Országunkban a szocialista rendszer szemtől-szembe állította a dolgozó emberiséget az új történelmi feladatokkal, amelyek a legtökéletesebben fellelnek meg az emberiség lét- és szellemi szükségleteinek.

Az azelőtt maradi és tehetetlen Oroszország a Bolsevik Párt vezette munkásosztály példátlan erőfeszítéseivel sikeresen ipari országgá változott át és teljesen átszervezett műszaki alapon építi egész nép-gazdaságát. A Szovjet Szocialista Köztársaságok Szövetségében új, terv- és célszerű elv szerint való-sul meg az ország termelőerői fejlesztésének fel-merült problémája s ez mesébe illő, nagyobbára még

nem is érintett gazdasági lehetőségeket hoz napvilágra. Ott, ahol ezelőtt a rabló magánvállalkozó működött, most a legtökéletesebb technikával és tudományos ismeretekkel felfegyverzett baráti, hatalmas közösség működik.“

*

Lüszenko is — miként Micsurin — elméleti munkáiban Marx, Engels, Lenin és Sztálin filozófiai eszméiből indul ki. Mint jellegzetes példát, felhozzuk Engels az anyagcsere szerepére vonatkozó kijelentésének Lüszenkónál található elemzését.

Az „Anti-Dühring“-ben ez áll:

„A táplálékfelvétel és kiválasztás által közvetített anyagcseréből, mint a fehérje lényegbeli funkciójából és sajátos plaszticitásából vezetődnek le azután az élet összes egyéb legegyszerűbb tényezői ...“*

Engels az élet ilyen legegyszerűbb tényezőinek tartja az ingerlékenységet, az összehúzódnási képességet és a növekedési képességet. A növekedési képesség magában foglalja az osztódás révén történő szaporodást is. Így tehát a növekedési képesség és a szaporodás az asszimiláció és a disszimiláció folyamataitól függ.

Engels ismerte azokat az érveket, amelyeket a polgári biológusok az anyagcserének az öröklődésre gyakorolt hatása ellen rendszerint felhoznak. Az „Anti-Dühring“-ben rámutatott arra, milyen rendkívül lassan fejlődnek a gabonakalászkok, ama külső körülmények megváltozása ellenére, melyekben nemzedékeik felnőnek. Ez a tény azonban, En-

* Engels: Anti-Dühring. Szikra 1950. 85. old.

gels szavai szerint, nem cáfolja meg az állítást a szervezet öröklődési természetének megváltozása és az anyagcsere megváltozása közötti összefüggésről. Engels más növények példáját hozza fel.

„Vegyünk azonban egy alakítható dísznövényt, például egy dáliaát vagy orchideát. Ha a magot és a belőle fejlődő növényt a kertész művészetével kezeljük, ebben az esetben a tagadás tagadásának eredményeképpen nemcsak több magot, hanem minőségileg megjavított magot is kapunk, mely szebb virágokat hoz, s e folyamat minden megismétlése, a tagadás tagadásának minden újabb esete fokozza ezt a tökéletesedést.“*

A Micsurin és követői képviselte alkotó darwinizmus megmutatta, hogy Engels képlete érvényre jut nemcsak a könnyen formálható dísznövények, hanem más növények fejlődésében is.

„Elképzelhető-e — mondja Lüszenko — hogy az anyagcsere nem mindig, nem valamennyi növény-nél, hanem csak néhány, például könnyen formálható dísznövény-nél bizonyul a változékonyság alap-elvének? Úgy vélem, hogy ez nem képzelhető el. A micsurinisták előtt ma jól ismert tény, hogy kísérleti úton a gabonakalászkok is formálhatóvá, alkalmazkodóvá tehetők. Ha viszont a gabonakalászkok manapság is majdnem ugyanolyanok, mint amilyenek a múlt században voltak, ez azt jelenti, hogy az anyagcsere manapság is majdnem úgy megy végbe náluk, mint a múlt században.

Változtassuk meg az anyagcserét — s nyomban megváltozik természetük is, öröklődésük is, nyomban formálhatóvá válnak.

Engels megállapítása, hogy az anyagcseréből

* Engels: Anti-Dühring. Id. kiad. 140. old.

vezetődik le az élet minden más legegyszerűbb tényezője, beleértve természetesen az öröklődés változékonyságát is, nagyszerű igazolást nyer Micsurinnak a mentorokról, a vegetatív hibridekről szóló tanításában.

Két különböző faj fiatal növényeinek oltás útján való keresztezésénél szinte az öröklődési sajátosságoknak egyik komponensről a másikra történő átszármaztatása megy végbe. Ha az ilyen oltványok magvait vesszük, akkor a magvakból kitermelt nemzedékben szorosan vett értelemben ugyanaz jön létre, mint rendszerint az ivares hibridizációnál. A vegetatív hibridizáció eredményeként szinte a két faj öröklődésének keveredése megy végbe.“

Ebből a példából látható, hogy a szocialista gazdaság gyakorlatával, az élenjáró biológiai eszmékkel milyen szoros összefüggésben fejlődnek és nyernek alkalmazást Engels filozófiai eszméi. Ljzenszenko munkái — példái a filozófiai gondolat döntő hatásának a természettudomány pozitív fejlődésére. A filozófia itt nem kerül szembe a természettudománnyal. Az ilyen szembeállítás a maga apriorisztikus, lényegében tudományellenes filozófiai sémáival és a természettudósok vak empirizmusával a burzsoá gondolkodásra jellemző. A marxista filozófia keletkezésétől kezdve nem állítja szembe magát a tudománnyal, hanem kiterjeszti azt és megbízható jelzőlámpául szolgál számára. A tudomány a szovjet társadalomban a forradalmi gyakorlattal való megbonthatatlan kapcsolatban fejlődik. A szocialista termelés az életbe ülteti át a legélenjáróbb tudománnyal — a marxizmus-leninizmussal — azokat a természettudományos elméleteket, amelyek a marxizmusnak a természet tanulmányozásával és átalakításával kapcsolatos alkalmazásából fakadnak.

Az élenjáró szovjet természettudomány és a tudományos kommunizmus elmélete és gyakorlata eme kapcsolatának ragyogó példája Lüszenko tana a szervezetek szakaszos fejlődéséről. A szakaszos fejlődés kiindulópontja a mezőgazdasági növények jarovizálása.

A jarovizálás története 1925-ben kezdődik. Ez időtájt nem volt a nemzetközi tudományban semilyen kielégítő elmélet, amely a növények téli és nyári életmódját megmagyarázta volna.

Mint ismeretes, az évelő kultúrfajták vegetációs időszakuk huzamossága által tűnnek ki. A vetéstől a beérésig tartó időszak hosszabb a későnérő fajtáknál, mint a koraérőknél. Téli kultúráknak azokat a kultúrákat nevezik, amelyeknél a termőszervek tavaszi vetésnél egészen őszig nem képződnek ki s a kalászosodás csak a következő évben áll be.

A polgári biológia nem tudta megmagyarázni, hogy mi a téliség alapja, nem tudta kimutatni az okokat, amelyek miatt az őszi kultúrák, tavasszal elvetve, nem kalászosodnak a nyár folyamán. A polgári tudomány olyan módszert sem tudott találni, mely az őszi fajtákat tavaszi elvetéssel is kalászosodásra készítette volna. Még ilyen irányú laboratóriumi kutatások sem voltak, általános felhasználásukról nem is szólva. Ennek az volt az oka, hogy a polgári biológia egyáltalán nem törekedett megoldani azt a gyakorlati feladatot, hogy az őszi fajtákat tavaszi elvetéssel is kalászosodásra készítse. A burzsoá tudomány feladata ezen a téren tisztára passzív volt: a tudósok igyekeztek megmagyarázni a nemkalászosodást s emellett úgy vélték, hogy az őszi és tavaszi fajták teljesen elhatároltak és elkülönültek. A Weismann, Mendel és Morgan

metafizikai eszméivel áthatott biológia nem láthatta, hogy a téli és a nyári életmód egyáltalán nincs feltétlenül berögződve a növények öröklődési alapjába. A weismannisták nem látták és nem is láthatták azt, hogy egy és ugyanazon „genotípus” csíráiból, az egyéni fejlődés feltételeitől függően, nyári vagy téli növények is keletkezhetnek. Másrészt a polgári tudomány, a burzsoá társadalom csenevész és elkerülhetetlen elmaradt mezőgazdasága mellett, nem tűzhette maga elé azt a feladatot, hogy a növények öröklődési természetét megváltoztassa. A szovjet tudomány, mely az élenjáró szocialista mezőgazdaságot szolgálja s amelyet a dialektikus materialista eszmék irányítanak, megoldotta a téliség és nyáriság problémáját.

Lüszenko 1925 végén kezdte meg szelektori munkásságát az ajakos virágú sideritisekkel és hüvelyes takarmánynövényekkel Azerbajdzsánban. Néhány hüvelyes növényt nehéz volt bevezetni az azerbajdzsáni mezőgazdasági gyakorlatba, mert magas hőmérsékletet követelnek s csak nyáron termelhetők, Azerbajdzsánban viszont nyáron a rendelkezésre álló vízkészletet a gyapot öntözésére használják fel. Azerbajdzsánban tehát a vízhiány akadályozta a hüvelyes növények meghonosítását. A gyapot őszele és télen nem igényel öntözést, ilyenformán ezekben az évszakokban elég öntözővíz állt volna rendelkezésre a hüvelyes növények öntözésére. Lüszenko e jelentős népgazdasági probléma érdekében olyan hüvelyes növényeket választott ki, melyek őszele, télen és koratavasszal fejlődnek, vagyis olyan időben, amikor az öntözővizet nem a gyapotültetvényeken használják fel.

Lüszenko figyelmet fordított arra is, hogy egyes borsófajták, amelyek Ukrajnában koraérők voltak, Azerbajdzsánban az őszi-téli termesztéssel későnérőknek mutatkoztak. Lüszenko, az őszi-téli időszakban való termesztésre alkalmas hüvelyesek kiválasztása végett hozzáfogott a vegetációs időszak tartama problémájának tanulmányozásához. Hamarosan bebizonyosodott, hogy ennek az időszaknak a tartama elsősorban a fajtától, másodsorban pedig azoktól a feltételektől függ, amelyek között az adott fajtájú növény fejlődött. E feltételek megváltozásával a koraérő fajták későnérökké, utóbbiak pedig koraérökké alakultak át. Lüszenko megállapította, hogy az adott fajtájú növény követelményeinek nem megfelelő külső körülmények mellett a növények nem fejezik be fejlődési ciklusukat és nem jutnak el a gyümölcsozéhoz. Ilyenformán a növények nyári és téli életmódja csupán a vegetációs időszak tartamára vonatkozó általánosabb kérdések részének bizonyult.

Lüszenko továbbfejlesztette a vegetációs időszak tartamára vonatkozó kísérleti és elméleti kutatásait s így jutott el ahhoz az elmélethez, amely megmagyarázza, miért nem kalászosodnak az őszi tavaszi elvetés esetén. A kísérleti munkák megmutatták, hogy a búza, a termesztés körülményeitől függően koraérő, későnérő, sőt téli is lehet. Ilyenformán a magvak elvetése és az új magvak megjelenése közti időközt a növények s a külső környezetnek kölcsönös hatása határozza meg. A külső környezet körülményeinek megváltoztatásával megváltoztathatjuk a vegetációs ciklus tartamát, átváltoztathatjuk a későnérő fajtákat koraérökké, az őszieket tavasziakká s a tavasziakat ősziékké.

Lüszenko, óriási kísérleti anyag alapján arra a gondolatra jutott, hogy az őszi és a tavaszi búza-, rozs- és árpafajták közbenső, átmeneti sorokkal kapcsolódnak egymáshoz s hogy nem szabad az összes éves növényfajtákat ősziakra és tavasziakra, kora- és későnérőkre felosztani, anélkül, hogy termesztési körletük konkrét körülményeit ne vennők figyelembe. A fajtáknak ősziakra és tavasziakra való abszolút, a külső körülményektől és a növény előfordulási körletétől független, felosztásának nincs értelme. De — gondolta — meghatározott körletek, azaz meghatározott termesztési körülmények szempontjából az őszi és tavaszi kultúrákra való felosztásnak igenis megvan a maga meghatározott értelme. Csakhogy a vegetációs időszak tartama általában a növény öröklődési természete és a külső környezet kölcsönhatásának eredménye, ezért, aszerint, hogy mennyire különböznek egymástól a külső környezet körülményei a különböző körletekben, a vegetációs időszak alapján megváltozhat a növénynek egyik körletből egy másikba való átvitele esetén.

Lüszenko a továbbiak során még konkrétabban azt kutatta, hogy tulajdonképpen milyen külső körülményektől függ a vegetációs időszak tartama. Megpróbálta úgy megmunkálni a vetőmagvakat, hogy a későnérő fajták koraérőkké, az ősziak tavasziakká alakuljanak át. Eközben kitűnt, hogy az őszi kultúrák azért nem kalászosodnak, ha tavasszal vetik el azokat, mert a vetést követő időszakban aránylag magas a hőmérséklet, ami nem nyújt lehetőséget a növénynek arra, hogy bizonyos, aránylag alacsony hőmérsékletet igénylő fejlődési stádiumon menjen át. Ezen a fejlődési

szakaszon vagy stádiumon a növény, a hőmérséklettől függően, hosszabb-rövidebb idő alatt mehet át. ha a hőmérséklet túl magas, akkor ez a fejlődési szakasz hosszabbra nyúlik. Lüszenko kimutatta, hogy a növények ez első, aránylag alacsony hőmérsékletet megkövetelő stádiumon a vetést megelőzően is átmehetnek, mikor is a csíra még alig kezd növekedni s még nem törte át a magburkolatot. Kitűnt, hogy ha ebben az időszakban a szükséges feltételeket (hőmérséklet, nedvesség, levegővel való érintkezés) megteremtik, akkor a növény minden egyes fajtára meghatározott idő alatt megy át első fejlődési stádiumán. Ha az így megmunkált vetőmagvakat elvetjük, akkor a későbbi fajtákból koraérők, az őszi fajtákból tavasziak lesznek.

Minden fajta öröklődési alapja tartamát tekintve különböző vetésselőtti behatást igényel. Egyes fajták ötnapos, mások tíz-, húsznapos, sőt kéthónapos behatást igényelnek, hogy tavasziakká váljanak, azaz tavaszi elvetéssel kalászosodjanak ki.

Lüszenko 1929 elején azt javasolta apjának, hogy az új elméletet aránylag nagy méretekben próbálja ki. Az apa poltavscsinai gazdaságában olyan őszi búzát vetett, amelyet a vetést megelőző időszakban különleges hőmérsékleti feltételek között tartott. A kissé kicsírázott magvakat bezsákolta s bizonyos időre elásta a hóba. Az így előkészített vetőmaggal 1929 nyarán aratott; a tavasszal elvetett őszi búza kikalászosodott. A termés jó volt: 24 mázsa hektáronként.

A vetésselőtti időszak hőmérsékleti viszonyainak megváltoztatása következtében tavasziakká vált őszi növényeket jarovizált növényeknek, a

magvak megmunkálását pedig jarovizálásnak nevezték el. Később jarovizálásnak nevezték el a vegetációs időszak tartamának problémáját megoldó elméleti és kísérleti kutatások egész rendszerét s e kutatások gyakorlati alkalmazását.

1930 első felében a jarovizálás fokozatosan mind nagyobb területeken hódított tért. 1935-ben már több mint 40 000 kolhoz és szovhoz, 2 millió hektárt meghaladó területen alkalmazta a jarovizált vetésmódot. „A gyakorlat megmutatta — írja Lüszenko —, hogy a jarovizálás kérdésével kapcsolatos kolhoz- és szovhoz-kísérletek, a kutatóintézetek munkájába való megfelelő bekapcsolódásuk mellett mind elméleti, mind gyakorlati szempontból olyan eredményeket adnak, amelyeket egyedül a kutatóintézetek munkájától nem igen lehetett elvárni.”

Az agrobiológusok Lüszenko vezetésével, a kolhoztagok roppant tömegének gyakorlati tapasztalatára támaszkodva, kidolgozták a jarovizálás tökéletesített technikáját. A gabonát meghatározott arányban benedvesítik, majd bizonyos időn át, a fajta szerint, 0° -tól 3° -ig terjedő hőmérsékleten tartják. A jarovizálás pajtákban, csűrőkben stb. történik, miközben a hőmérsékletet a jarovizálandó magvak átlapátolásával és vastagabb vagy vékonyabb rétegelésével szabályozzák. „Hála a kolhozok és szovhozok tömeges tapasztalatának — írja tovább Lüszenko — nemcsak az őszi és tavaszi gabonák jarovizálásának technikáját dolgozták ki, hanem jelentékenyen előbbrevítették a különböző mezőgazdasági növények vegetációs időszaka irányításának elméletét is.”

Ilyenformán a jarovizálás elmélete a maga történelmi fejlődésében olyan képet nyújt, amely

rendkívül jellemző a szocialista társadalomra. Az osztálytársadalomban sehol és soha nem állhat elő olyan helyzet, hogy egy nagy természettudományos elméletet nemcsak a haladó társadalmi és filozófiai eszmék alapján, hanem sokmilliós tömegek részvételével dolgoznak ki, mely tömegek gyakorlati tevékenységükben valósítják meg éppen ezeket a társadalmi és filozófiai eszméket.

A jarovizálás elméleti alapjainak kidolgozásában egy lépést sem tehetünk az idealista weismannista nézetek leküzdése nélkül. Lüszenko kimutatta, hogy az öröklődés, a weismannista fantazmagóriák ellenére, korántsem egy „különleges” anyagnak, a chromosomának sajátása, hanem valamennyi élő anyagnak alapvető sajátóságát alkotja. Ez a szakaszos fejlődés elméletének jelentősebb kiindulási pontja.

Lüszenko azt mondja, hogy bizonyos létfeltételek szükségessége jelenti a specifikus különbséget az élő és a szervetlen anyag között.

„Ugyan miben különbözik az élő a nem-élőtől? Abban, hogy az élő okvetlenül és mindig — ez elválaszthatatlan az élőtől — meghatározott létfeltételeket követel. Minél jobban óvjuk az élettelen testet a külső környezet egyik-másik hatásától, annál tovább marad meg olyannak, mint amilyen. Az élő szervezet viszont nem élhet, ha akár a másodpercnél csupán egy töredékére is elszigetelt marad a külső környezet ama feltételeitől, amelyek életéhez, az anyagcseréhez szükségesek. Ezért a szervezetben végbemenő változások a létfeltételektől függetlenül elképzelhetetlenek.”

Lüszenko a továbbiak során abból az elméletből, mely a szerves világ bizonyos specifikus szükségleteire vonatkozik, a következő gondolatsort

vezette le: az öröklődés — ebből a szempontból vizsgálva — nem egyéb azon meghatározott követelmények összességénél, amelyeket a szervezet a külső környezettel szemben támaszt. Így tehát az öröklődés az élő anyag alapvető tulajdonsága.

„Milyen más meghatározást adjunk az öröklődés jelenségének, mint azt, amelyet a genetika mindmáig elfogadott. Mi öröklődés alatt az élő szervezetnek ama sajátosságát értjük, hogy életéhez, fejlődéséhez meghatározott feltételeket követel s mindegyik feltételre meghatározott módon reagál. Mi az öröklődés elnevezés alatt az élő szervezet természetét értjük. Ezért tehát azt mondani: „az élő szervezet természete“, vagy „az élő szervezet öröklődése“ nézetünk szerint csaknem egy és ugyanaz. Miért különböznek például a búza palántái a rizs palántáitól? Azért, mert ezeknek a növényeknek a természete különböző. Mondhatjuk azt is, hogy a búza azért különbözik a rizstől, mert a búzánál az öröklődés más, mint a rizsnél. A szervezet öröklődését tanulmányozni annyi, mint természetét tanulmányozni.

Az élő szervezet természete lényegileg különbözik a nem-élő tárgy természetétől. Minél jobban elszigetelődik a nem-élő tárgy a külső környezeti feltételek hatásától vagy kölcsönhatásától, annál tovább marad meg változatlanul. Az élő test viszont ahhoz, hogy élő legyen, okvetlenül meghatározott külső környezeti feltételeket követel. Ha az élő testet a számára nélkülözhetetlen feltételektől elszigeteljük, megszűnik élő lenni, megszűnik az lenni, ami. Éppen ez a lényeges különbség az élőlények és az élettelen tárgyak között.

A különböző élő szervezetek különböző feltételeket követelnek a külső környezettől. Ebből

tudjuk, hogy természetük, öröklődésük különböző. Viszont az élő szervezet által megkövetelt feltételeknek s az élő szervezet valamely feltétel hatásával szemben mutatott reakciójának ismerete nem egyéb, mint az illető szervezet öröklődési tulajdonságainak ismerete. *Ama külső környezeti feltételeknek a megjelenése tehát, amelyeket az élő test (szervezet) valamely ismertetőjelének vagy tulajdonságának fejlődéséhez megkövetel — ez teszi lehetővé ezen ismertetőjel vagy tulajdonság természetének, azaz öröklődésének tanulmányozását.*“

Az új öröklődési elmélet megbonthatatlanul összefügg a szervezetek változhatóságára és átalakulására vonatkozó tanítással. Lüszenko álláspontja szerint az anyagcsere tényére épül fel a változékonyság és az öröklődés tana. A szervezet kiválasztja közvetlen környezetéből azokat a feltételeket, amelyek fejlődéséhez nélkülözhetetlenek. A nélkülözhetetlen feltételek e komplexumának meghatározottsága, kiválaszthatósága jelenti az öröklődést. Ha a szervezet a maga egészében és teljességében kapja meg közvetlen környezetétől az öröklődési alapja által meghatározott és számára nélkülözhetetlen feltételek összeségét, akkor a szervezet fejlődése az előző nemzedékek fejlődéséhez viszonyítva nem változik. Ha azonban a feltételek közben megváltoztak s a szervezetnek némileg módosítania kell az asszimiláció és a disszimiláció folyamatát s öröklődési természetének nem teljesen megfelelő feltételek között kell fejlődnie, akkor a szervezet is vagy egészében, vagy egyes részeiben megfelelően megváltozik. Lényeges az, hogy melyek ezek a megváltozó részek. Ha olyanok, amelyek résztvesznek az új nem-

zedék megjelenéséhez vezető folyamatokban, **ak-**kor az új külső feltételek által előidézett változások öröklődni fognak. A következő nemzedékek már új igényeket támasztanak közvetlen környezetükkel szemben.

A szervezetet egyéni fejlődésének folyamatában különböző szükségletek jellemzik. E szükségletek kielégítésétől függ a fejlődési ciklus megvalósulása. A biológiában, — Lüszenko munkája előtt — rendszerint azonosították a magvas növény növekedésének és fejlődésének fogalmát. Lüszenko elhatárolja ezeket a fogalmakat. Növekedés alatt a növény tömegének és térfogatának nagyobbodását érti, fejlődés alatt pedig a formaképző folyamatokat, a növény átalakulási ciklusait a magtól az új magvakig. A növény megnagyobbodása, növekedése csak a fejlődésnek egyik sajátága, egyik ismertetőjele. Gyakran megfigyelhető a gyors növekedés lassú fejlődés mellett és fordítva. Lehetséges természetesen olyanféle gyors fejlődés is a növénynél, amely egybeesik gyors növekedésével. A mezőgazdasági gyakorlat és tudományos kísérletek azonban azt mutatják, hogy az egész növény fejlődésének és szervei fejlődési ütemének gyorsasága nem áll egyenes arányban a növény növekedésének ütemével. Mindkettő — tehát a fejlődés gyorsasága és a növekedés gyorsasága — a közvetlen környezettel, tehát azokkal a feltételekkel függ össze, melyek között a növény növekedése és fejlődése végbemegy. A növény növekedését biztosító feltételek s a formaképző folyamatok, vagyis, a növény fejlődését biztosító feltételek nem esnek egybe. A növény növekedéséhez és fejlődéséhez gyakran más és más adagolású táplálékmenyiség és -minőség, hőmérséklet, megvilágítás stb.

szükséges, néha pedig a fejlődés és a növekedés teljes egészében különböző tényezőket igényel. Így például a magas hőmérséklet a növény tömegének megnagyobbodását idézheti elő, míg ugyanakkor a formaképző folyamatoknak éppen ellenkezőleg, aránylag alacsony hőmérsékletre van szükségük. Ha a külső környezet biztosítja ugyan a növény növekedését, de nem biztosítja fejlődését, akkor a növények súlyban és térfogatban gyarapodnak ugyan, de fejlődésük megáll, vagyis nem mennek át a következő stádiumba. Az őszi növények a tavasz és a nyár folyamán súlyban és térfogatban gyorsan gyarapodnak, de nem hoznak gyümölcsöt. Ez a klasszikus példa megmutatja a különbséget a növény növekedése és fejlődése között. Számos növény állandó megvilágítás mellett gyorsan nő, de nem gyümölcsözik, minthogy a növekedéshez nem szükséges, de a fejlődéshez nélkülözhetetlen az, hogy a növény meglehetősen hosszú ideig sötétben legyen. Ha egy adott hely feltételei nem felelnek meg a növényi fejlődés egyes stádiumainak, akkor a növény csak bizonyos stádiumokig fejlődik; fejlődése ezután — növekedését folytatva, azaz térfogatban és súlyban gyarapodva — megáll. Ezek a növények nem végzik be a fejlődési ciklust, nem gyümölcsöznek, amíg a fejlődés folytatását biztosító külső feltételek be nem következnek.

Lüszenko kimutatta, hogy a növény fejlődése mindenekelőtt a külső környezettel szemben támasztott követelmények megváltozásában áll. Ez a fejlődés minőségi folyamat. A minőségi tekintetben különböző szakaszokat, időszakokat, amelyeknek során a növények különböző minőségi követelményekkel rendelkeznek, nevezte Lüszenko

fejlődési stádiumoknak. A növény egyes szerveinek és ismertetőjeleinek megjelenése megfelel a fejlődési stádiumoknak.

Lüszenko meghatározta, leírta és elemezte a fejlődés két első stádiumát. E stádiumok közül az elsőt a jarovizálás stádiumának nevezte. Ez attól a pillanattól kezdődik, amelyben a csíra, noha minimális módon, nőni kezd. A jarovizálás stádiuma bizonyos kölcsönös kapcsolatot követel a hőmérséklet, a nedvesség és a levegővel való érintkezés között. A csírában a jarovizálás alatt bizonyos változások mennek végbe. Ezek a változások történhetnek később is és nem specifikusak a csírázás kezdete számára, de más tekintetben lehetnek specifikusak is. „Sajátosságuk abban áll, hogy e változások nélkül az őszi növények — s mi úgy véljük, hogy más magvas növények is — nem hoznak gyümölcsöt. A magvak csíráiban a jarovizáláskor végbemenő változások csakis a külső környezet megfelelő feltételei között mehetnek végbe. Ha e feltételek hiányoznak, akkor a vetőmagban nem megy végbe a jarovizálás folyamata.“

Az előzetes jarovizálás nélkül elvetett őszi gabonák már később mennek át ezen a stádiumon, amikor a növény növekedése már zöld részeinek jelentékeny megszaporodásához vezetett.

A jarovizálást követő második stádiumot Lüszenko fény-stádiumnak nevezte el. A növénynek további fejlődéséhez meglehetősen hosszú megvilágításra van szüksége. A kísérletek megmutatták, hogy a gabonaféléket a jarovizálás után tartama tekintetében meghatározott megvilágításnak kell alávetni s ebben az esetben kikalászósodnak, függetlenül attól, hogy felhalmoztak-e már ebben az időpontban elegendő zöld anyagot, vagy nem.

Ilyenformán a hosszú nappal, vagy az eléggé hosszú éjszaka nem a növény mennyiségi növekedéséhez, hanem fejlődéséhez szükséges. Ezenfelül kitént az is, hogy a meghatározott tartamú megvilágítás nem a jarovizálást követő egész fejlődési ciklus — hanem csupán bizonyos időszakra szükséges, amely időszak időbelileg egybeesik a második fejlődési stádiummal. Így tehát a stádiumok egymásrakövetkezése teljessen meghatározottnak bizonyult. A növények fejlődése megfordíthatatlan folyamat — minőségileg különböző szakaszok és stádiumok követik egymást meghatározott sorrendben.

Hol mennek azonban végbe azok a minőségi változások, amelyek az egyes stádiumok jellegzetes szerveinek és ismertetőjeleinek megjelenését meghatározzák? Lüszenko és tanítványai, hogy e kérdést megválaszolhassák, dugványokat vettek a szár különböző részeiről. Az ezekből a dugványokból kinőtt növények különböző időben virágzanak és gyümölcsöznek. A feljebb vett dugványokból kinőtt növény korábban gyümölcsözik, mint a szár aljáról vett dugványból kinőtt növény. Így tehát a szár hosszának különböző szakaszain levő sejtek különböző gyümölcsözési időszakban kifejlődő, különböző tulajdonságokkal rendelkeznek. Más szóval: a szár különböző szakaszai különböző fejlődési stádiumoknak felelnek meg. A szár alsó részén található szövetek nem mentek még át azon a stádiumon, amelyen a szár feljebb levő szakaszai már átmentek. Így például, a szár alsó részén a növényi sejtek a jarovizálás stádiumára jellemző tulajdonságokkal rendelkezhetnek. A szár eme szakaszainak dugványaiból kapott növénynek fejlődéséhez, az egész fejlődési ciklus megvalósítá-

sához, tehát a gyümölcsözéshez kiegészítő szakaszokra, legelsősorban fényszakaszra van szüksége. Ettől eltérően azok a növények, amelyek a szár magasabban fekvő dugványaiból. nem csupán a jarovizációs, hanem a fényszakaszon is átment szövetekből jönnek létre, már nem igényelnek kiegészítő fényszakaszt, s korábban végzik be egész fejlődési ciklusukat, korábban gyümölcsöznek. Ebből az következik, hogy a sejtek minőségi változásai a szár növekedési pontjaiban történnek. A sejtek osztódásakor ezek a minden egyes stádiumra jellemző változások más, új sejtekre származnak át. Amikor az egyik szakasz véget ér, az új sejtek, az illető szakasz sajátos természeti feltételei mellett új tulajdonságokra tesznek szert. Ezért a szövetek a szár különböző szakaszaiban különböző mértékben valósították meg a fejlődési ciklust s különböző mértékben vannak előkészítve a gyümölcsözésre.

A micsurini biológiát s főleg a növények szakaszos fejlődésének elméletét a weismannista áltanítások elleni kérlelhetetlen harcban dolgozták ki, mert a szovjet biológusoknak a néptől elszaktadt csoportja e hazug tanításokat terjesztette.

Ezek a biológusok tudományellenes, népellenes, a Szovjetunió számára káros irányzatot képviseltek. A micsurini biológia haladó tudományos irányzat, amely a szülőhaza érdekeinek hazafias szolgálatából fakad. A micsurini biológia győzelme 1948-ban a Lenin Mezőgazdasági Akadémia augusztusi ülészakán a hazafias tudomány történelmi győzelme volt.

*

Néhány példán megmutattuk, milyen hatással

volt a kommunizmus elméleti és gyakorlati építése a szerves fejlődés elméletének kialakulására. Nézzük meg most, hogy a szocializmus kialakulása hogyan fejlesztette a tudatról való ismereteket. A tudat problémája a tudományos világkép egyik legfontosabb problémája. A tudat a mozgás legbonyolultabb formája. Ezért volt a materialista tudomány egyik legjelentősebb győzelme, hogy sikerült bebizonyítania, hogy a tudat is a kauzalitás törvényeit követi. A magasabbrendű idegműködés Pavlov által megalkotott materialista élettanának ebben az értelemben világtörténelmi jelentősége van.

A magasabbrendű idegműködés modern materialista élettana, másszóval, Pavlov tanítása, a világ tudományos képének egyik alapvető eleme. A szovjet természettudomány eredményei a világ tudományos képének kialakulásában új fejlődési fokokat jelentenek.

A külföldi tudósok felfedezései konkretizálják e képnek egyik-másik részét, de felépítésében a vezetőszerp a szovjet tudományé, mely tudatosan alkalmazza a dialektikus materializmus mindent legyőző fegyverét, s a kommunizmus építésének gyakorlatára támaszkodik. A modern tudományos világkép magában foglalja a természetre vonatkozó tanítás alapvető problémáinak materialista megoldását. Ezek közé a problémák közé tartoznak: az anyag különálló részecskéinek és a megszakítatlan anyagi kontinuum problémái, az anyag fejlődésének problémái, mely fejlődés a föld kérgében levő vegyi elemek történetével függ szorosan össze, az élő anyag problémái, a szerves élet fejlődésének problémái s végül a tudat problémái. A szovjet fizikusok és kémikusok megol-

dották azokat a kérdéseket, melyeket a szocialista iparosítás vetett fel és továbbfejlesztették az elemi részecskék, a gravitáció, és az elektromágneses tér elméletét. A szovjet geokémia felkutatta a földkéreg elemeinek konkrét történeti útját. A biokémia megközelítette a fehérje rejtélyének megoldását. A micsurini biológia megoldotta azokat a feladatokat, melyeket a kolhozmezőgazdaság vetett fel, megállapította a szervezetek változékonyságának és öröklődésének törvényeit és magasabb fokra emelte a szerves fejlődésre vonatkozó tanítást. Pavlov pedig, tevékenységének az Októberi Forradalmat követő időszakában, tanítványainak közösségével együtt a tudat jelenségeiről épített ki általános érvényű elméletet.

A szovjet rendszer szerepe a pavlovi tanítás fejlődésében világossá válik, ha e fejlődés egymásra következő szakaszait közelebbről szemügyre vesszük.

A hatvanas évek hatása csupán kiindulópontja volt a pavlovi elmélet fejlődésének. A hatvanas évek végén a természettudományos propaganda, melyet a haladó ifjúság szellemi vezérei irányítottak, készítette Ivan Petrovics Pavlovot (1849—1936) arra, hogy elhagyja a papi szemináriumot s beiratkozzék a Pétervári Egyetem természettudományi szakára, majd az egyetem elvégzése után az Orvosi és Sebészeti Akadémiára. Pavlov olvasta Piszarev cikkeit, de még nagyobb hatással volt rá Szecsnovnak „Az agyvelő-reflexek” című munkája. Az ebben a könyvben kitűzött feladatok megoldásának, a felsőbbrendű idegműködés objektív megmagyarázásának szentelte egész életét. Pavlov, arról a hatásról, melyet

tudományos pályájának megválasztásánál „Az agyvelőreflexek“ reá gyakorolt, ezt írta:

„... Elhatározásomhoz a legdöntőbb lökést — noha akkor még nem ébredtem ennek tudatára — régen, még ifjúságom éveiben Ivan Mihajlovics Szecsenovnak, az orosz fiziológia atyjának «Az agyvelőreflexek» című brosúrája adta meg, 1863-ban. Az ilyen újszerű gondolatnak, mely a realitás messzemenő követelményével lép fel, főleg az ifjú években rendkívül nagy hatása van, bár ez a hatás — tegyük hozzá — gyakran sokáig rejtve maradhat. Ebben a brosúrában — külsőleg a leg-ragyogóbban — az akkori idők számára valóban rendkívüli kísérlet (persze elméleti, fiziológiai séma alakjában) történt arra, hogy szubjektív világunkat tisztára fiziológiailag képzeljük el. Ivan Mihajlovics azidőtájt jelentős fiziológiai és logikai tényt fedezett fel, amely nagy hatással volt az európai fiziológusokra s az orosz szellem első hozzájárulását jelentette a természettudománynak ehhez, addig a németek és franciák által jelentősen kifejlesztett ágához. Éppen a felfedezéssel járó fáradozás és öröm együttesen — úgy lehet, valamilyen egyéb személyes effektussal —, okozták a szecsenovi gondolatnak e lángeszű szárnyalását.“

Pavlov elhatározta, hogy mint fiziológus közeledik azokhoz a jelenségekhez, amelyeket azelőtt a tisztára lelki folyamatoknak objektíve felfoghatatlan ágába soroltak. Szecsenov megmutatta az utat. A reflex fogalma megbízható vezérfonalat nyújtott ahhoz, hogy a felsőbbrendű idegműködésben determinált, törvényszerű jelenségeket találjanak. Amint már az előzőekben láttuk, Szecsenov úgy vélte, hogy a gondolat nem egyéb,

mint reflex, gátolt végeffektussal. Ahhoz azonban, hogy a magasabbrendű idegműködésről, mint reflektorikus működésről beszélhessünk, pontosabban kellett meghatározni a reflex fogalmát. Lényeges az, hogy a nagyagy-féltekékkel összefüggő magasabbrendű idegműködésnek jellegzetes saját-sága van. Itt minden inger a régebbi ingerek nyomai-val kapcsolódik egybe. A pszichológusok ezt asszociációs emlékezetnek, tanulékony-ságnak, tapasztalat-felhasználásnak stb. nevezik. A nagy féltekék eme specifikus saját-ságát a reflexek elmélete szempontjából csak a „feltételes reflexek“ új fogalmának bevezetésével lehetett megmagyarázni. Az idegműködésnek, mint reflektorikus működésnek elmélete csak kísérleti kutatás alapján épülhetett fel. Pavlov tudományos tevékenységének középpontjában a magasabbrendű idegműködés kísérleti elemzése állt. Be akarta bizonyítani a magasabbrendű idegműködés objektív fiziológiai, anyagi alapját, hogy ezzel a természettudomány általános rendszerébe illessze.

Nagyon messzemenő általánosítások kellettek ahhoz, hogy a nyál, a gyomornedv stb. — a táplálék pusztá megjelenése melletti — kiválasztódásának tényében s hasonló tényekben, melyeket Pavlov feltételes reflexeknek nevezett, meglássák az alapját az egész magasabbrendű idegműködés objektív felépítésének. Igen nagy kitartás, következetesség, merészség kellett ahhoz, hogy az agykéregben végbemenő ösztönzések és gátlások bonyolult játékát felfedjék. Lángeszű találékony-ság kellett, hogy a magasabbrendű idegműködés egymásbafonódó tényezőit kísérletileg megállapítsák és megmérjék.

Pavlov elsősorban a vérkeringésnek, majd az

emésztés, s végül az agy élettanának szentelte tudományos munkásságát. Pavlov alkotómunkásságát kutatásai különböző szakaszainak mélyreható egysége jellemzi. Kezdetben, amikor a vérkeringés és az emésztés fizioiógiája területén dolgozott, megállapította ezeknek az aránylag egyszerű életműködéseknek idegmechanizmusát. A továbbiak során áttért az agy fizioiógiájának bonyolultabb jelenségeire, de emellett rámutatott az agyműködés és a sokkal egyszerűbb fizioiógiai jelenségek egységére. Pavlov ledöntötte azt a tisztára metafizikai válaszfalat, melyet az agyműködés (amelyet előtte kiváltképpen szubjektív módszerekkel kutattak) és a fizioiógia többi, már régóta objektív tanulmányozás tárgyát képező ágai közé emeltek. Pavlov alkotásának egysége és teljessége tehát tudományos felfogásának tartalmából is következik.

I. P. Pavlov 1874-től 1885-ig a Botkin-klinikán, mint a laboratórium vezetője a vérkeringés problémáján dolgozott. Botkin megkérte Pavlovot, hogy egész sor gyógyszer élettani hatását ellenőrizze. Pavlov ebből a célból kutyákon végzett kísérleteket. Ennek eredményeként sikerült felfednie a szív serkentő idegének működését. Észrevette, hogy a szív összehúzódása egyes szimpatikus idegek ingerlésére fokozódik. Mi több, ezeknek az idegeknek ingerlésére még a nemműködő szív is újra dobogni kezdett. Azt a szimpatikus ideget, amelynek a szívre gyakorolt hatását Pavlov fedezte fel, később „Pavlov-ideg”-nek nevezték el. Pavlov bizonyos gyógyszerekkel megállította a szívet, majd az ideg ingerlésével újra dobogni készítette. Pavlov részletesen kifej-

tette ezt a felfedezését „A szív centrifugális idegei“ című értekezésében (1883).

Pavlov további munkáit az emésztés fiziológiájának szentelte. Emlékeztetünk egyik idevonatkozó érdekes kísérletére. Pavlov átvágta a kutya nyelőcsővét s kivarrta annak elvágott végét a kutya nyakára. A kutya evett, de a lenyelt táplálék természetesen nem jutott a gyomrába, hanem visszahullott az edénybe. Ezt a táplálást nagyon sokáig lehetett folytatni (Pavlov „látszat-táplálkozás“-nak nevezte), s a kutya gyomrában az egész idő alatt kiválasztódott a gyomornedv. A nedvet mesterséges sipolynyíláson át összegyűjtötték és emberek gyógyítására használták.

Pavlov vezette 1890-től kezdve az ezidőtájt alapított Kísérleti Orvostudományi Intézetet. Itt sokkal nagyobb méretekben folytathatta kutató munkásságát, mint a Botkin-klinikán. Ezzel magyarázható Pavlov iskolájának gyors növekedése a kilencvenes években. Munkásságának területe már lényege szerint is messzemenő kísérleti ellenőrzést követelt, gyorsan fejlődött, s mind nagyobb jelentőségre tett szert a nemzetközi tudományban. Az emésztésre vonatkozó kutatásait 1904-ben Nobel-díjjal jutalmazták.

A kilencvenes évek új szakaszt jelentenek Pavlov alkotásában. Neve ezidőtájt a szív és a gyomor fiziológiájának kidolgozásával, az egész világon ismertté vált. Ezek a kutatások azonban, bármily nagy jelentőségük is van a természet-tudomány történetének szempontjából, csupán bevezető szakaszt alkotnak az agy fiziológiájára vonatkozó munkához. Pavlov legrégebbi tervei, melyeket jelentős mértékben a hatvanas évek eszméi és Szecsenov munkái sugalltak, a kilencvenes

években végre megvalósulhattak. A „látszat-táplálkozás“ kísérlete és Pavlov többi felfedezései az emésztés terén megmutatták neki, hogyan rajzolhatja meg a magasabbrendű idegműködés objektív fiziológiai képét. Az ehhez hasonló kísérletekből adódott a feltételes reflex fogalma is, azé a reflexé, melyet nem a szekréciós szervekre közvetlenül gyakorolt fizikai és kémiai hatások, hanem más, egymástól teljesen különböző, de rendszeresen egyidejűleg végbemenő hatások idéznek elő.

A szekréció általában a legjobb alap a reflexek kísérleti tanulmányozásához. A szekréció, az izomműködéstől eltérően, nagyon pontos méréseket tesz lehetővé. Vonatkozik ez főként a nyálkiválasztásra. A nyálkiválasztás reakció a táplálékra, azaz az állat életének egyik fontos ingerére. A táplálkozási reflex, mint ismeretes, két elemből áll: először, egy mozgó mechanikai reakcióból, azaz a táplálékhoz történő odafutásból, a rágásból és a nyelésből, másrészt a kiválasztó működésből, mindenekelőtt a nyálkiválasztásból. Pavlov kísérleteiben a nyálkiválasztás megmérése a reflex objektív tanulmányozásának hatásos módszerévé vált.

Pavlov megalkotta azt a módszert, amelynek segítségével a nyálcsatornák kivezethetők a testüregből és tartalmuk könnyen hozzáférhetővé tehető. A kutya szájában kivágott egy darab nyálkahártyát a nyálcsatorna szájadzásával együtt, majd kivarrta a bőrre. A nyál az operáció után nem került a szájba, hanem a kutya nyakán lefolyt. A továbbiak során a nyálcsatorna kivarrt nyílása alá tölcsezt erősítettek. A cseppek száma szerint, vagy valamely más eljárással megmérték a nyál mennyiségét. Ez a módszer nagyszámú s rendkívül

vül különböző kísérletet tett lehetővé. A szovjet állam nagy tudományos telepet létesített Koltusi-ban Pavlov kísérletei számára. A Pavlov-féle kísérleti módszert alkalmazták a reflex-működés regisztrációjára és megmérésére, melyet Pavlov az idegműködés tanulmányozásánál rendkívül fontosnak tartott. Azoktól a szubjektív fogalmaktól eltérően, melyeket az állatok lelki tevékenységének hagyományos leírásánál használtak, a reflex teljesen tudományos kategória. Valamely fogalom Pavlov számára akkor tudományos, ha bekapcsolódik az okozati összefüggésbe, ha a tény, amelynek ez a fogalom megfelel, determinált. A reflex, abban az értelemben, amelyet Descartes ennek a szónak adott, ilyen fogalom.

„A mi alapvető, kiindulási fogalmunk a Descartes-i fogalom, a reflex fogalma. Ez természetesen teljesen tudományos, minthogy az általa jelzett jelenség szigorúan determinálva van. Ez annyit jelent, hogy a külvilág vagy a szervezet valamelyik belső ágense valamelyik felvevő idegre hat. Ez a hatás átalakul idegfolyamattá, az idegingerület jelenségévé. Az ingerület az idegszálon, mint vezetékeken, a központi idegrendszerhez, s onnan, megállapított kapcsolatok segítségével, más vezetékeken át a munkaszervhez jut s e szerv sejtjeinek specifikus folyamatává alakul át. Így tehát bármelyik ágens törvényszerűen, mint ok az okozattal, kapcsolódik egybe a szervezet bármelyik működésével.“

A magasabbrendű idegműködés elemeit közelebb kellett hozni ezekhez a determinált, törvényszerű jelenségekhez. Pavlov a feltételes reflex fogalmával oldotta meg ezt a feladatot. A kiindulási tények a már említett „látszat-táplálkozás“

és az emésztő mirigyek úgynevezett „pszichikus“ szekréciója voltak, amely utóbbi abban áll, hogy az emésztő mirigyek a nélkülözhetetlen emésztő nedveket nemcsak a nyálkahártyáknak a táplálékkal való érintkezése esetén választják ki, hanem azokban az esetekben is, amikor az ember vagy az állat csupán emlékezik a táplálékra, mikor valamilyen, a táplálékkal összefüggő asszociáció keletkezik bennük. Ezek a tények első tekintetre mintha a tiszta pszichológiához tartoztak volna, de Pavlov fiziológiai szempontból vizsgálta őket. Kimutatta, hogy a „pszichikus“ szekréció szintén a fiziológusok előtt ismert reflexekhez hasonló.

Pavlov munkájára jellemző egész sor olyan tény meglepő összekapcsolása, melyek a mindennapi megfigyelésből ismertek, de első tekintetre különböző természetűek. Régóta ismerik az állatok idomítását, régóta ismeretesek a „pszichikus reakció“ esetei is. A tudományos irodalomban sokat írtak ezekről a tényekről, de Pavlov előtt senki nem látta meg a kapcsolatot e jelenségsorok között, senki nem egészítette ki őket pontos kísérletekkel és senki nem tekintette ezeket a tényeket a magasabbrendű idegműködés tanulmányozásának kiindulópontjaként. Pavlov számos elődje azt mondta, hogy az asszociáció alapját az idegrendszer különböző központjainak egyidejű ingerlése alkotja. Ezt állították a pszichológusok, nevezetesen azok, akik mindent az asszociációra vezettek vissza. De egyikük sem mélyedt el e jelenség fiziológiai jellegébe és senki sem kutatta ezt a folyamatot kísérletileg úgy, hogy szándékosan az idegrendszer különböző központjait ingerelte volna és megállapította volna a köztük fennálló kapcsolatot.

A feltételes reflexet Pavlov előtt kiváltképpen szubjektív pszichológiai módszerrel kutatták. Kezdetben maga Pavlov is ezt az álláspontot foglalta el és pszichikus szekréciónak nevezte ezt a jelenségekört. Fordulópont volt az új fiziológia történetében Pavlovnak az az elhatározása, hogy elveti itt a szubjektív pszichológiai módszert, s mint reflexet vizsgálja a pszichikus szekréción. Pavlov a kilencvenes évek elején még azt mondotta, hogy az emésztő mirigyek működése vagy tisztára fiziológiai tényezőknek (ide tartoztak a nyálkahártyákra ható és reflektórikus szekréción előidéző ingerkeltők), vagy pszichológiai hatásoknak, az állat ételre vonatkozó gondolatainak tulajdonítható. Később azonban — amint maga Pavlov beszéli el — a kísérletek a „pszichikus“ szekréción objektív tanulmányozására készítették. Pavlov látta, hogy a szekréción, mely eredeti véleménye szerint az állat pszichikus élményeivel függött össze, mindig valamely ingerkeltő hatására megy végbe. Az a kísérleti módszer, melyet Pavlov megalkotott, lehetővé tette ennek teljesen világos megállapítását. Pavlov gondolkodásának merészsége pedig lehetővé tette, hogy a megfigyelésekből a szükséges következtetéseket levonja. Pavlov látta, hogy a „pszichikus“ szekréción esetekben a nyálkiválasztás egybeesik valamely hang-, fény- vagy egyéb ingerrel, amely nem hat ugyan közvetlenül a nyálkahártyára, viszont objektíve fennáll. Ezeket az objektív ingereket meg lehetett mérni s erejüket összehasonlítani a szekréción intenzitásával. Az inger itt, eltérően a szokásos reflexektől, nem a nyálkahártyára, hanem az állat más szerveire hat, de bármint van is, az érzőideg

ingerlése — ami a központi rendszeren át az úgynevezett afferens idegekre továbbítódik — végül a szekrécións szervekhez, az adott esetben a nyálmirigyekhez vezetnek. A nyálmirigyek itt tehát külső ingerre felelnek s Pavlov teljes joggal nevezte reflexnek ezt a jelenséget. Pontosan elhatárolta a feltétlen és a feltételes reflexeket. A tápláléknak, vagy az ingerkeltő anyagoknak a nyálkahártya felületére gyakorolt közvetlen hatása által előidézett feltétlen reflexek nagyobb állandóságukkal térnek el; ezzel szemben az a szekrécións működés, amelyet Pavlov régebben „pszichikus“ szekréciónnak nevezett, nem állandó és mindig különleges feltételeket követel.

A feltétlen reflexek összefüggését a feltételesekkel kísérletileg, aránylag egyszerű módon állapították meg. Azok a kutyák, amelyek nemrégén kerültek a laboratóriumba, nem reagáltak a feltételes ingerre. Bizonyos idő múlva azonban az ételt hozó ember megjelenése, az edények stb. megpillantása már hatni kezdett az állatra. A feltételes reflex az adott esetben a közömbös ingernek a feltétlen fiziológiai reflex-szel való időbeli kapcsolata segítségével keletkezett. Számos hasonló megfigyelés és különleges kísérlet meggyőzte Pavlovot és tanítványait arról, hogy a feltételes reflexek mindig a feltétlenekre épülnek. A feltételes reflex képződésének alapja a feltétlen ingernek s annak a semleges tényezőnek időbeli egybeesése, mely azután ugyanannak a reakciónak feltételes ingerévé válik. A kísérletek legnagyobb részében a táplálék volt a főinger, s a táplálék felvételével időbelileg egybeestek a metronóm ütései, tülkölés, csengetés, vagy bizonyos fényjelzések. Ezek a kezdetben közömbös látási

vagy hallási hatások idővel ugyanolyan nyálkiválasztásra ingereltek, mint maga a táplálék.

Pavlov megállapította, hogy az állatok egyéni fejlődésük során tesznek szert a feltételes reflexekre. Az egyik kísérlet során újszülött kutya-
kölyköket hosszú időn át kizárólag tejjel tápláltak, majd a fenn leírt módon kivarrták a nyálcsatornájukat, s tanulmányozták a nyálkiválasztást. Amikor a kutyakölyköket hússal és kenyérrel kínálták, a nyálkiválasztás nem indult meg. Ilyenformán a táplálékfajta nem volt a nyálreakció veleszületett ingere. A kenyér és a hús csak később, amikor a kutyakölyköket már huzamosabb időn át ezzel etették, idézett elő nyálkiválasztást. Egész sor kísérlet eredményeként megállapították, hogy egy adott állatfaj valamennyi egyedé közös, feltétlen reflexekkel rendelkezik, de eltér egymástól a rengeteg másodlagos, feltételes reflex tekintetében, amely másodlagos reflexek az állatok egyéni életében a közömbös ingereknek s a feltétlen fiziológiai reakciónak időbeli egybeesése következtében jöttek létre. Ebből látszólag az következett, hogy mindegyik állat idegrendszerének végülis bármely ingerre reagálnia kell, s hogy a szervezet fiziológiai működése rendetlenül felel az állatot környező különféle ingerek tömegére. Valóban, a szervezet egyéni életében minden egyes feltétlen reflexet nagyszámú, egyidejűleg végbemenő külső behatás — fény-, mechanikai vagy hőinger kísér. Ha semmi sem gátolná az így keletkezett feltételes reflexeket, akkor mindezek az ingerek azt a feltétlen reflektorikus működést idéznék elő a szervezetben, amellyel előbb időbelileg egybeestek. Pavlov azonban kimutatta, hogy vannak a szervezetben olyan erők is, amelyek a

feltételes reflexek keletkezését akadályozzák, gátolják, s a rendszeresen meg nem újuló reflexeket eltörlik.

Pavlov ilyenformán világos kísérleti bizonyítékokat kapott a két reflex-típus: először a feltétlen reflexek, másodszor a feltétlenekre épülő különleges és bonyolult feltételes reflexek fennállására. Azért nevezte ez utóbbiakat feltételeseknek, mert itt, az egyedekkel velükszületett reflexektől eltérően, kiegészítő feltételek kellettek. Pavlov lángeszű általánosítása tette lehetővé annak felismerését, hogy a feltételes reflexek fogalma megadja a kulcsot az idegműködés legmagasabbrendű és legbonyolultabb formáinak objektív tanulmányozásához, hogy éppen ezek a reflexek alkotják az állatok magasabbrendű idegműködését s ugyanakkor hozzáférhetők a szigorúan fiziológiai kutatás számára. Pavlov, miután a feltételes reflexek fogalmát megállapította, s az összefüggést, valamint az elvi különbséget a feltételes és feltétlen reflexek között kísérletileg kimutatta, továbbá, miután a nyálmirigyek működésében mind a feltételes, mind a feltétlen reflexek tanulmányozására általánosan alkalmazható mérőeszközt kapott, kijelentette, hogy erre az alapra felépítheti „az állatok kísérleti pszichológiáját és pszichopatológiáját“.

Pavlov azáltal, hogy az állatok agyából egyes részeket kimetszett, vagy az agyféltekék egyes szakaszait elpusztította, meg tudta állapítani, hogy tulajdonképpen hol is épülnek ki a feltételes reflexek. Kísérletileg kimutatta, hogy a feltételes reflexek a nagyagy féltekéinek meghatározott szakaszában keletkeznek. Egy nősténykutya, melynél a nagyagy-féltekéket teljesen kimetszték, el-

vesztette valamennyi feltételes reflexét, de megőrizte a feltétleneket. Ez utóbbiak meglehetősen bonyolultak is lehetnek. Például, van kutya, amely ráveti magát az őt megérintő emberre, még akkor is, ha az illető már régóta gondozza, ápolja. A hang hallatára fülét hegyezi, de később is állandóan ugyanezt teszi, bármily gyakran és hosszasan ismétlődik a hang.

Pavlov a feltételes és a feltétlen reflexek elhatárolásakor világosan látta, hogy a feltételes reflex nem vethető alá minden további nélkül a feltétlen reflexeket irányító, aránylag egyszerű törvényszerűségeknek. A feltételes reflexek úgyszólván a feltétlenek felépítményei, melyeknél új törvényszerűségek hatnak s melyeknél a jelenségeknek bonyolultabb sorozatával találkozunk. Ilyenformán a magasabbrendű idegműködés törvényei nem hozhatók közös nevezőre a feltétlen reflexeknél ható fizikai és kémiai törvényekkel. De e specifikusság ellenére, s annak ellenére, hogy az egyik jelenség-sorozat nem mérhető össze a másikkal, Pavlov meglátta azt a közös materiális alapot is, amely az állat idegműködését a maga egészében megmagyarázza. „Van azonban a dolognak még egy oldala, mely (s ez már első alkalommal kitűnhetik) rámutat a lényeges különbségre a régi reflex s eme új jelenség között, amely utóbbit ugyancsak reflexnek neveztem. A táplálék, a maga mechanikai és vegyi sajátágaival valamennyi állatnál, világrajötte óta, reflexet vált ki. Az új reflex azonban, amelynek példáit láttuk, az állat egyéni léte folyamán fokozatosan alakult ki. Nem jelent-e ez lényeges különbséget? Nem húzza-e ez ki alólunk annak az alapját, hogy az új reflexet reflexnek nevezzük? Valóban, ez vitathatatlan indítók arra, hogy ezt a reakciót kiemeljük,

megkülönböztessük, de ezáltal a reflex elnevezés tudományos jogosultsága egyáltalán nem szenved csorbát.“

Pavlov megmagyarázza, miért képződnek a nagyagy-féltekék kérgében a feltételes reflexek s miért összpontosul ott a magasabbrendű idegműködés. A központi idegrendszer bizonyos szaka-szaiban a különböző pontokról kisugárzó hullámok befogadása nem kelt visszhangot. A nagyagy-féltekékben azonban ez a befogadás idegkapcsolatokat hoz létre. „A nagyagy-féltekékben keletkező kapcsolat létrejöttét valószínűleg az a rendkívüli reakció-készség és felvevőképesség okozta, mely a központi idegrendszer eme részének állandó és jellemző sajátsága“. Az asszociáció, a szokás, a tapasztalat, az emlékezet, a tudat folytonossága stb. — mindezek, a magasabbrendű idegműködést jellemző fogalmak a nagyagy-féltekék idegsejtjeinek fiziológiai sajátságain alapulnak. Ilyenformán megállapítást nyer a feltételes reflexek fiziológiai alapja. Másrészt, Pavlov megtalálja a feltételes reflexekben a magasabbrendű idegműködést jellemző valamennyi, alapvető sajátságot. A feltételes reflex akkor keletkezik, ha indifferens inger a feltétlen reflex-szel egybeesik. Továbbá, amikor egy indifferens inger már előidézte a reflektorikus működést, valamely más, az elsővel állandóan, időbelileg egybeeső inger szintén előhívhatja azt. Így tehát az egyik feltételes reflexre egy másik épül. Így egyesülhetnek az állatnál a különböző ingerek összefüggő egésze. Az ember szaga, a kutya közvetlen környezetében játszott szerepe — a feltételes reflexek segítségével mindez egy összefüggő egésze egyesül; a kutya megkülönbözteti az embert, megállapítja annak egyéniségét. „A feltételes reflex képződésének alapvető

feltétele az indifferens ingereknek egyszeri vagy többszöri, időbeli egybeesése a feltétlen reflexekkel. Az időbeli egybeesésnek ugyanezen alapelvén tevődnek össze egységgé az állat számára a természet egyidejű vagy egymásrakövetkező, különféle ágensei és elemei. Ilyenformán valósul meg egyáltalán a szintézis.“

Ha az ingerek közötti kapcsolatnak véletlen jellege van s a továbbiakban többé nem ismétlődik, akkor a reflex elhal. A feltételes reflexet előidéző ingerekhez közelálló más ingerek kezdetben úgy hatnak, mint maga az első inger, de idővel, ha feltétlen reflexek nem kísérik őket, többé nem hívnak elő reakciót. Az állat ilyenformán kiválaszthat a különböző ingerek komplexumából egyeseket, amelyek hatása számára fontos. Ez éppen a lényege az állatot körülvevő környezet elemi analízisének. „A kutyaáknál végeredményben a nagyagy-féltekékben az állatokat érintő ingereknek állandó, legkülönbözőbb mérvű elemzése és szintézise megy végbe, ami elemi, konkrét gondolkodásnak nevezhető és nevezendő. Ez a gondolkodás ilyenformán előfeltételéül szolgál annak, hogy a szervezet tökéletesen magáévá tegye, finomabban kiegyensúlyozza közvetlen környezetét.“ Pavlov, ebből kiindulva, az agy-féltekék ama működését — amelyet régebben „pszichikus“-nak neveztek — magasabbrendű idegműködés névvel illeti, megkülönböztetésül az alsóbbrendű idegműködéstől, amely az agy- és a gerincvelő más szakaszainak munkájával függ össze s a nagyagy-féltekék eltávolítása esetén is megmarad.

Pavlov reflexelmélete mellett továbbfejlesztette — főleg a huszas-harmincas években — Szecsenov másik gondolatát is: a magasabbrendű idegműködésnek a gátlás segítségével való magyarázatát.

Amint az előzőkben láttuk, már a XIX. század közepetáján kimutatták, hogy a szervezetben gátló folyamatok is vannak. Miután Szecsenov megállapította, hogy a központi idegrendszerben fennáll a gátlás jelensége, lehetségessé vált a gátlás fogalmának széleskörű felhasználása a pszichikus folyamatok megmagyarázásánál. Szecsenov, amint láttuk, már maga kifejlesztette az ember és az állatok pszichikus működésének, mint gátolt reflektorikus működésének fogalmát. Pavlov azonban, a saját kísérleti módszereinek és a feltételes reflexek fogalmának felhasználásával sokkal mélyrehatóbban kutathatta az idegrendszer ösztönzésén s gátláson alapuló folyamatait.

Pavlov azokat az eseteket vizsgálta, melyekben valamely külső hatás gátolta a feltételes reflexek képződését. Bizonyos esetekben az az inger, amely időbelileg egybeesik a táplálék felvételével, önmagától egy más reakciót, például védekezést idéz elő s a két reakció összeütközik. Az éhes állat például, a félelem hatására, megtagadja az étel elfogadását. A kutya azonban annyira éhes is lehet, hogy a félelmet leküzdji, vagy a többi, nem a táplálkozással összefüggő reakció rovására elfogadja az ételt. Az a reakció, mely az ilyen összeütközésben győzött, elnyomja a másik reakciót és gátolja a megfelelő feltételes reflex kidolgozását. Pavlov a gátlás egyéb eseteivel is találkozott. Néha maga a táplálkozási apparátus gátolta a feltételes reflex képződését. Ha a közömbös inger azután lépett működésbe, miután a kutya enni kezdett, maga a táplálkozási folyamat gátolta meg az állatot abban, hogy a mellékes ingerre figyelmet fordítson s ezekben az esetekben feltételes reflex néha nem jött létre. Pavlov külső gátlásnak nevezte a hasonló eseteket. Bonyo-

lultabb a magyarázata egy másik ténsorozatnak, amelyet Pavlov belső gátlásnak nevezett. A gátlás itt az inger következtében keletkezik s maga az inger változik át — bizonyos feltételek között — gátlássá. A belső gátlásnak óriási szerepe van a szervezet alkalmazkodásában a környezethez. Ha ez nem volna, akkor valamennyi külső inger, amely a feltétlen reflexekkel egyidejűleg megy végbe, ezer és ezer új feltételes reflexet építene ez utóbbiakra. Azokban a pillanatokban, amikor az állat táplálkozik vagy valamely egyéb szervi funkciót végez, száz és száz különböző inger hat érzékszerveire; mindezek a külső hatások a továbbiakban reakciót válthatnának ki. Magától értetődik, hogy az állat, amelynek idegei és mirigyei kivétel nélkül minden hatásra reagálnak, teljesen képtelen lenne a létért való küzdelemre. A szerves fejlődés kidolgozta az állatoknál azt a gátló mechanizmust, amely megakadályozza a szervezet számára szükségtelen feltételes reflexek létrejöttét. Ez a mechanizmus a belső gátlás, amely ellenáll újabb feltételes reflexek keletkezésének s a reflexek tömegéből csakis a szervezet számára nélkülözhetetleneket tartja meg.

A belső gátlást nagyszámú kísérlet eredményeképpen fedezték fel. Pavlov tisztázni akarta, hogy létrehozhatók-e új feltételes reflexek nem a feltétlen reflexek, hanem a régebben elsajátított feltételes reflex alapján. A kutyák etetését meghatározott hangjelzés kísérte s végülis tartós kapcsolat keletkezett a jelzés és a nyálkiválasztás között. A továbbiak során a hangjelzéssel egyidejűleg fényjelzést is használtak. Pavlov és tanítványai feltételezték, hogy ez a fényjelzés végül szintén nyálkiválasztáshoz fog vezetni. Kitűnt azonban, hogy a fényjelzés zavarja a régebben kiváltott reflexet, megakadá-

lyozza, hogy a hang a nyálmirigy reflektorikus működését előidézze. A fény nemcsak nem váltott ki reakciót, hanem ellenkezőleg, gátolta azt. Pavlov a következőképpen magyarázta a gátlást: a hanggal egyidejűleg felvillanó fény nem a táplálék megjelenésének, hanem ellenkezőleg, hiányának jelzésül szolgál, itt tehát ugyanolyan folyamat megy végbe, mint a feltételes reflex kiváltásánál, de fordított irányban. A kutyanál feltételes gátló reflex keletkezik, a fény a mirigyműködés beszüntetését idézi elő, ezért nevezte Pavlov ezt a jelenséget „feltételes gátlás“-nak.

Ez a gátlás teszi lehetővé az állat számára, hogy a véletlen eredetű felesleges és káros reflexeket elkerülje. A „vak jelzések“-nek nem szükséges szekréciót előidézniök. A természetes kiválasztódás azért képessé teszi az állatokat arra, hogy a szervezet számára a létért való küzdelemben sürgősen ingereket mellőzzék. Mindez természetesen csak biológiailag magyarázza meg a belső gátlás értelmét. A fiziológus feladata kimutatni, hogy miként jön létre. Pavlov kimutatta, hogy a fényjelzés egybeesik azzal a gátlási folyamattal, amely azért keletkezik, mert a hang és az étel megjelenése nem egyidejű; így magyarázta, így illusztrálta a gátlási mechanizmust. A gátlások tényének elemzése volt a kiinduló pontja az agy-féltekékre vonatkozó rendkívül részletes és mélyreható kutatásoknak. Az alvást megmagyarázó klasszikus munkák is Pavlov nevéhez fűződnek. Pavlov kimutatta, hogy az alvás is az ideggátlás folyamatának egyik válfaja, amikor az agysejtek aktívak maradnak, de nem kapnak külső impulzusokat. Általában az inger és a gátlás kölcsönhatása lehetővé tette Pavlov számára az idegműködés sok bonyolult jelenségének megmagya-

rázását. Ezek a kutatások a patológia terén, számos eredményhez vezettek. Pavlov fedezte fel a „kísérleti neurózisok“-at, azaz a mesterségesen előidézett patológikus állapotokat. Az idegrendszer e patológikus állapotainak önkényes létrehozatala igazi természetük felfedését jelentette. Ezért volt a kísérleti neurózisok felfedezésének elsőrangú jelentősége a természettudomány számára. Volt azonban gyakorlati jelentősége is. 1925-ben Pavlov laboratóriuma mellett pszichiatriai klinikát létesítettek, amelyben Pavlov elméleti kutatásai alapján sikeresen gyógyítottak egyes elme- és idegbetegeket.

A mondottakból látható, hogy milyen jelentősége volt Pavlov tanításának kifejlődésében a kísérleti alapnak. A szovjet hatalom alatt létesített, hatalmas laboratóriumok és klinikák nélkül nem lehetett volna kidolgozni a gátlások elméletét, sem a kísérleti neurózisok, sem az alvás elméletét. Pavlov módszerei egyáltalán nem válhattak volna a magasabbrendű idegműködés fiziológiájának és patológiájának egyetemes módszereivé. Feltétlenül szükséges volt ezeknek kialakulásához a megváltozott környezet. A forradalom előtt Pavlov nézetei ellentmondottak a hivatalos tudomány álláspontjának. Alljunk meg egy kissé ezeknél a nézeteknél, vizsgáljuk meg, melyek azok az eszmék, amelyek Pavlov tudományos világnézetének alapját alkotják, milyen tudatos irányzatok találhatók alkotó munkásságában. Ezek az eszmék: törekvés egységes tudományos világgép kialakítására, a fejlődés elve, a tudat jelenségei objektív, anyagi magyarázata, s a kísérletnek, mint a tudományos igazság kritériumának fogalma. Pavlov munkáiban mindez a legszorosabban összefügg egymással.

Pavlov számára a világ egysége anyagiságában

áll. Pavlov elmélete a jelenségek új sorait beleilleszti a világ egységes képébe s aláveti ezeket az általános törvényszerűséseknek. Az agytevékenység eddig e képen kívül állott. A természettudósok és orvosok XII-ik kongresszusán (1909-ben, Moszkvában) Pavlov beszédében ezt mondotta:

„Joggal mondhatjuk, hogy a természettudománynak Galilei kora óta feltartóztatlan fejlődése észrevehetően először az agy felső szakasza, — általánosságban szólva az állatok a külvilággal fennálló bonyolult kapcsolatainak szerve — előtt állapodik meg. S úgy tűnt, hogy valóban ez a természettudomány kritikus pontja, mivel az agy, amely legmagasabb formájában — az emberi agyban — a természettudományt létrehozta és létrehozta, maga válik e természettudomány tárgyává.“

Pavlov elmélete leküzdötte ezt az akadályt. Pavlov szerint minden jelenség, amelyet irányíthatunk és előreláthatunk, a természettudomány általános rendszerébe foglalható s a tudományos kutatás tárgyává válik. A magasabbrendű idegműködés élettana eredményeinek, tehát a világ tudományos képének egységesítéséhez kell vezetniök. Ennek szerves egészébe az ember is beletartozik. Pavlov beszámolója a Nemzetközi Fiziológiai Kongresszuson, 1932-ben, a következő jellemző kijelentéssel végződik: „Meg vagyok győződve arról, hogy közeledik az emberi gondolkodás jelentős szakasza, amikor a fiziológiai és a pszichológiai, az objektív és a szubjektív elem valóban egybefolyik, amikor ténylegesen megoldódik vagy természetes úton kiküszöbölődik a kínzó ellentét vagy az ellentmondás tudatom és testem között. Valóban, ha a magasabbrendű állat, például a kutya, objektív tanulmányozása eléri azt a fokot — s ez természetesen be fog következni —

hogy a fiziológus minden körülmények között, feltétlenül pontosan előreláthatja ennek az állatnak a viselkedését, mi marad akkor szubjektív állapotának önálló, külön léte számára — amely természetesen nála is megvan, úgy mint nálunk is. Gondolkodásunk számára nem változik-e át akkor feltétlenül minden élőlény tevékenysége, az embert is beleértve, egy és oszthatatlan egésszé?”

A reflex — a magasabbrendű idegműködés tanulmányozásának kiindulási pontja, mivel ebben a jelenségben teljesen determinált a kapcsolat a szervezetre gyakorolt hatás s ennek reakciója között. A meghatározott fizikai hatás meghatározott reakciót idéz elő. Pavlov azáltal, hogy a reflexet a magasabbrendű idegműködés fiziológiai tanulmányozásának élére állította, kísérletileg egész sor teljesen determinált jelenséget kapott s így nem kellett nem-anyagi tényezőkhez folyamodnia a magasabbrendű idegműködés megmagyarázására. Pavlov azt mondta, hogy valamennyi szükséges feltétel teljesítése esetén a reflex ugyanolyan feltétlen törvényszerűséggel következik be, amint ez egyéb természeti jelenségeknél történik.

„Valamennyi felsorolt feltételt figyelembevéve — s ez egyáltalán nem nehéz feladat — okvetlenül feltételes reflexet kapunk. Miért ne tekintsük akkor a feltételes reflex képződését tisztára fiziológiai jelenségnek? Egész sor meghatározott hatást gyakoroltunk a kutya idegrendszerére s ennek eredményeképpen új idegkapcsolat jött létre, meghatározott idegzárlat következett be. Ezt követően, amint ezt előbb kimutattuk, tipikus reflektorikus aktus áll előtünk. Nos, hol van akkor helye itt bármilyen fiziológián kívüli kapcsolatnak?” Laplace, Napoleon ama kérdésére, hogy hol van az isten az ő világ-

rendszerében, ezt felelte: „Nem volt rá szükségem.“ Így Pavlovnak sem volt szüksége arra, hogy a magasabbrendű idegműködés megmagyarázására nem-anyagi tényezőkhöz folyamodjék. A feltételes reflexek teljesen beilleszkedtek a fiziológiába.

„Miért nem fiziológia, hanem más valami a feltételes reflex s ennek képződése? Nem látok alapot arra, hogy e jelenségekről másként gondolkozzam s legyen szabad azt gyanítanom, hogy e kérdéseknél rendszerint káros szerepe van az emberi előítéletnek, amely általában nem hajlik a magasabbrendű idegműködés determinálása felé, szubjektív élményeink rendkívüli bonyolultsága következtében, annál is inkább, mert ez a bonyolultság ma a legtöbb esetben persze még nincs a végső, meghatározott ingerekig kielemezve.“

A szerves világ egysége magában foglalja az élő formák fejlődését. Az élet felsőbb, bonyolult megnyilvánulásai összefüggenek az egyszerűbbekkel. Az ember és a magasabbrendű állatok specifikus sajátossága — a magasabbrendű idegműködés s az egyszerűbb szervezeteket jellemző reflex-működés — kapcsolatának gondolata Darwin tanítására támaszkodott. A magasabbrendű idegműködés objektív tanulmányozásának feladatát, amelyet Szeccsenov és hívei tűztek ki, csupán az összehasonlító fiziológia segítségével lehetett megoldani, viszont az összehasonlító fiziológia az evolúció tanának hatására keletkezett. Darwin lerombolta a metafizikai válaszfalakat a szerves világ különböző fajai között és az ember és a szerves világ többi része közé állított biológiai válaszfalat is megsemmisítette. Ennek a következménye volt, hogy az ember magasabbrendű idegműködését az állatok fiziológiájából merített anyag alapján lehetett megközelíteni, to-

vábbá, hogy a magasabbrendű állatok idegrendszerének fiziológiája felhasználhatta a többi állatokra vonatkozó fiziológiai jelenségek hasonlóságait. „Az egész állatvilág felé forduló fiziológia, az állatvilág alsóbbrendű képviselőivel lévén dolga, akarva-nem-akarva kénytelen volt ezekkel kapcsolatban az antropomorf álláspontról lemondani s tudományos figyelmét csupán az állatot érintő külső hatások s az állat megfelelő külső tevékenysége, azaz mozgása közötti kapcsolatok megállapítására összpontosítani.“ Darwin eszméinek hatására mind nagyobb figyelmet fordítottak a szervezet sajátosságainak magyarázásánál a szervezet és a környezet között fennálló kölcsönös kapcsolatra. Ebből a szempontból a reflexnek, azaz a környezet hatásának a szervezetre s a szervezet visszahatásának a környezetre, kiindulási fogalomká kellett válnia a szervezet viselkedésének tanulmányozásánál.

Pavlov hangsúlyozza, hogy ama tanítás szempontjából, amely szerint a szervezetek a környezethez alkalmazkodnak, a szervezet viselkedésének törvényszerűnek kell lennie.

„Teljesen nyilvánvaló, hogy a szervezet minden működésének törvényszerűnek kell lennie. Ha az állat, biológiai kifejezéssel élve, nem alkalmazkodnék pontosan a külvilághoz, akkor előbb vagy utóbb megszűnnék létezni. Ha az állat ahelyett, hogy a tűz elől elfutna, a tűzbe vetné magát stb., akkor így vagy úgy elpusztulna. Úgy kell reagálnia a külvilágra, hogy ezzel létét biztosítsa. Ebből az következik, hogy Darwin álláspontjából kiindulva, a szervezet viselkedését mint a szervezetre gyakorolt hatások és válasz-reakciók törvényszerű láncolatát kell tanulmányozni.“

Az élő szervezet azonban törvényszerűséget kö

vetel az idegműködésnek egyéb, bonyolultabb megnyilvánulásaiban is, ama megnyilvánulásaiban, amelyeket Pavlov feltételes reflexeknek nevezett. „Vegyük még a védekező reflex fontos esetét — folytatja Pavlov. — Az erős vadállat kis, gyenge állatokkal táplálkozik. Ez utóbbiaknak meg kellene szünniök létezni, ha csak akkor kezdenének védekezni, mikor az ellenség fogával vagy karmával már megragadta őket. Egészen más a helyzet, ha a védekező reakció már az ellenség távoli pusztá láttára, zajára stb. kiváltódik. Így a gyenge állatnak lehetősége nyílik arra, hogy elmeneküljön, elrejtőzzék, azaz épségben maradjon.“

Hangsúlyoznunk kell, hogy Pavlov álláspontja szerint a feltételes reflexek kialakulása a szervezet változékonyságát jelenti s ez a változékonyság a környezethez való alkalmazkodásban leli magyarázatát. Ez a gondolat az egyéni elváltozások okának meghatározhatatlanságára vonatkozó általános és közhelyek ellen irányul.

Pavlov a feltételes és feltétlen reflexek fogalmának elhatárolásával kimutatja, hogy a feltétlen reflexek önmagukban elégtelenek a szervezet fennállásához. Pavlov felsorolja a veleszületett idegreakciókat s így folytatja: „... noha a leírt reflexek alapvető feltételei annak, hogy a szervezet épségben maradjon a környező természetben, magukban mégsem elegendők a szervezet huzamos, biztos és tökéletes létezéséhez“. Igazolásként szolgál az a kutya-kísérlet, amikor a kutya nagyagy-féltekéit eltávolították. Az ilyen kutyánál megmaradnak a veleszületett reflexek, elfogadja az ételt, elfut az ütés elől stb., de a kutya maga mégsem létezhet, mert az ételt csak akkor fogadja el, ha az a száját érinti,

az ütés elől csak akkor fut el, ha az már a testét éri, és így tovább.

Hangsúlyoznunk kell azt is, hogy Pavlov tanítása logikusan összefügg a szerzett tulajdonságok öröklődésének tanával. A célszerű reflexek a környezethez való egyéni alkalmazkodás folyamatában keletkeznek. Öröklődve berögződnek és faji tulajdonságokká válnak. A reflexek: a tudatnak a szervezetek filogenetikai fejlődésében történetileg kialakult alapjai.

A reflexek megmagyarázzák a magasabbrendű idegműködés egész körét s az állatok és az ember viselkedésének legismertebb és legelterjedtebb tényeihez tartoznak.

„Ez nyilvánvalóan nem egyéb, mint amit önmagunknál és az állatoknál különböző elnevezések: idomítás, fegyelem, nevelés, szokás — alatt ismerünk. Hiszen mindezek olyan kapcsolatok, amelyek az egyéni élet folyamán képződtek, kapcsolatok meghatározott külső agensek és a meghatározott választévesékenység között.“ Azt mondhatnánk, hogy Pavlov meglehetősen ismert, mindennapi tényekre fordított figyelmet, de éppen ebben nyilvánult meg a tudós lángesze. A felsorolt jelenségek éppen azért annyira ismertek, mert csaknem az egész, sőt talán az egész idegműködésre kiterjednek. Pavlov ezeket a jelenségeket tette a biológiai és fiziológiai tanulmányozás tárgyává. Ilyenformán adott a tudat jelenségeinek objektív fiziológiai magyarázatot. A tudomány történetében párját ritkítja az ilyen széleskörű tudományos általánosítás.

Pavlov eszméinek tartalma összefügg ama tudományos intézmények rendszerének jellegével, amelyeket az Októberi Forradalmat követő időszakban vezetett. Valóban, a magasabbrendű idegműkö-

dés hagyományos, tisztára lélektani tanulmányozása, tudományos munkaközösség és nagyobb tudományos felszerelés nélkül is elvégezhető volt, de objektív, kísérleti tanulmányozásának szüksége volt ezekre a tényezőkre. Ezeket a tényezőket pedig a szovjet rendszer teremtette meg.

Hangsúlyoznunk kell, hogy lényegében véve Pavlov munkái vetették meg az agyvelő fiziológiájának alapjait. A fiziológia, a bonctantól és szövettantól eltérően, a szöveteknek és a szerveknek nem szerkezetét, hanem főképpen működését kutatja. Az agyvelő működése azonban nem alkotta fiziológiai tanulmányozás tárgyát, mint a többi szervek működése, mert ezt főképpen szubjektív módszerekkel tanulmányozták. Ilyenformán Pavlov előtt nem is volt igazi agy-fiziológia. Pavlov maga is megemlítette ezt 1932 szeptemberében, Rómában, a XIV-ik Nemzetközi Fiziológiai Kongresszuson:

„Az anatómus és a hisztológus számára a nagyagy-féltekék mindig ugyanolyan hozzáférhető és kézzelfogható dolgot jelentettek, mint bármely más szerv vagy szövet, azaz különleges tulajdonságaik és szerkezetüknek figyelembevételével, ugyanolyan megmunkálhatót és kutathatót. A fiziológusnak ebben a tekintetben egészen más volt a helyzete. A fiziológia az élő szervezet minden egyes szervének — ha általános szerepét a szervezetben már ismeri — reális működését, ennek feltételeit és mechanizmusát tanulmányozza. Ami a nagyagy-féltekéket illeti, szerepük ismert: ezek a szervezet és a közvetlen környezet közötti legbonyolultabb kapcsolatok szervei, de működésükkel a fiziológusok nem foglalkoztak. Márpedig a fiziológusnak konkrétan tanulmányoznia kell a nagyagy-féltekék működését, oly módon, hogy kísérletileg előidézi a különböző fo-

lyamatokat; ezt aztán lépésről-lépésre nyomon követi a működés feltételeinek és mechanizmusának elemzése.“

A folyamat kísérletes előidézésére, „utánképzésére“, mint a tudományos magyarázat alapjára vonatkozó felfogás rendkívül jelentős vonása Pavlov világnézetének. Ez az alapja természettudományos kísérleti módszerének. A természet jelenségeit mesterségesen előidézni, kísérletileg utánképezni — éppen ez a külvilágról alkotott fogalmaink helyességének igazi kritériuma. Pavlov alkotómunkásságára — a „látszat-táplálkozástól“ a „kísérleti neurózisokig“ — jellemző a magasabbrendű idegműködés néhány nagyon jelentős és alapvető jelenségének mesterséges előidézése. A fiziológusok, Pavlov munkáinak eredményeként tanulmányozhatták az agyvelőt, mesterségesen létrehozhatták működésének legbonyolultabb jelenségeit, előreláthatták a kísérletek eredményét és ilyenformán az elmélet és a valóság összhangjának objektív kritériumával rendelkeztek. „Ma, nagyszámú munkatársammal végzett, tizenhárom esztendőös megfeszített és fáradhatatlan munka után ki merem mondani, hogy a helyzet gyökeresen megváltozott, hogy jelenleg mint fiziológusok — azaz ugyanolyan tárgyilagos megfigyelők, mint a fiziológia többi ágaiban — tanulmányozzuk a nagyagy-féltekék normális működését s egyúttal állandóan mind jobban és jobban elemezzük ezt, miközben minden igazi tudományos tevékenységnek elismert kritériumai: a jelenségek pontos előrelátása és irányítása igazolják e tanulmányozás vitathatatlan komolyságát.“

A felsorolt alapelvek szervesen összefüggnek egymással. Ezt példázzák a különböző elnevezések is, amelyeket Pavlov a fiziológia általa megalkotott

irányzatainak adott. Az első elnevezés így hangzott: „Az állatok kísérleti pszichológiája és pszichopatólógiaja“. Valóban, Pavlov laboratóriumaiban foglalkoztak először ilyen nagy mértékben az állatok idegműködésével kapcsolatos normális és patológikus jelenségek kísérleti kutatásaival. Pavlov a továbbiak során gyakran „a magasabbrendű idegműködés objektív tanulmányozását“-nak nevezte az általa megalkotott tudományos irányzatot. Hiszen Pavlov kutatásai — legmélyebb értelmükben — valóban azt jelentették, hogy azok a jelenségek, amelyeket eddig tisztára szubjektív módszerekkel kutattak, a kísérleti természettudomány általános rendszerének részévé s az objektív tudományos kutatás tárgyává váltak. Végül, Pavlov gyakran a feltételes reflexek tanának nevezte elméletét, s valóban, a feltételes reflexek alkották a hidat, amelynek segítségével Pavlov az idegrendszer fiziológiáját az ember és az állat pszichológiájával egyesítette.

Jellemző Pavlov munkáira a kiindulási álláspontok és elvi következtetések rendkívül világos és pontos meghatározása is. Ezeket a következtetéseket, mint egész életének mérlegét, egy nagyszerű okmányban foglalta össze: abban a levélben, amelyet Ivan Petrovics Pavlov a fiatal szovjet tudósoknak írt s amelyet halála után hoztak nyilvánosságra.

Ezzel a levéllel, amely szinte megtestesíti az orosz természettudomány legnemesebb hagyományait, fejezzük be a természettudomány történetének szentelt vázlatunkat.

„Mit szeretnék kívánni hazám ifjúságának, amely a tudománynak szenteli magát?

Mindenekelőtt — következetességet. Sohasem tudok meghatottság nélkül szólni a termékeny tudo-

mányos munka eme legfontosabb feltételéről. Következetesség, következetesség és következetesség. Munkátok első pillanatától kezdve szokjátok meg a szigorú következetességet az ismeretek felhalmozásában.

Mielőtt megkísérelnétek felemelkedni a tudomány magaslataira, tanuljátok meg előbb az alapismereteket. Soha ne nyúljatok addig a következő után, amíg az előzőt el nem sajátítottátok. Soha ne próbáljátok tudásotok hiányosságait kibúvókkal és feltevésekkel leplezni, bármilyen merészek is ezek. Bármennyire gyönyörködtetné szemeteket az ilyen szappanbuborék — menthetetlenül szétpukkad s nem hagy hátra mást, mint zavart.

Szoktassátok önmagatokat önuralomra és türelemre. Tanuljátok meg a tudomány napszámosai lenni. Tanulmányozzátok, hasonlítsátok össze, halmozzátok fel a tényeket.

Bármily tökéletes is a madár szárnya, soha nem emelkedhetne a magasba, ha a levegőre nem támaszkodnék. A tények — a tudós levegője. Enélkül minden «elméletek» — üres erőlködés.

Igyekezzetek azonban, hogy tanulmányozás, kísérletezés, megfigyelés közben ne maradjatok a tények felszínén. Ne változzatok át a tények irattárosaivá. Próbáljátok behatolni keletkezésük titkába, keressétek állhatatosan irányító törvényeiket.

Második kívánságom — a szerénység. Soha ne véljétek azt, hogy már mindent tudtok. Bármilyen sokra becsülnek, legyen mindig bátorságotok bevallani önmagatoknak: tudatlan vagytok.

Ne engedjétek, hogy dölyfösség hatalmasodjék el rajtatok! Ha dölyfösek vagytok, önfejűek lesztek, amikor engedni kellene, lemondtok a hasznos ta-

nácsról s a baráti segítségről, elvesztitek a tárgylagosság mértékét.

Abban a munkaközösségben, amelyet vezetnem megadatott, mindent a bajtársi légkörnek köszönhetünk. Mindannyian egy és ugyanazon közös ügy szolgálatában állunk s mindegyikünk erejéhez és képességeihez mértén viszi előbbre. Nálunk legtöbbször meg sem tudjuk különböztetni, mi az «enyém» és mi a «tiéd», de közös ügyünk csak nyer ezzel.

Harmadik kívánságom — a szenvedély. Emlékezzetek rá, hogy a tudomány az embertől egész életét követeli. S még ha két életetek lenne, akkor sem lenne elegendő. Sok erőfeszítést és nemes szenvedélyt követel az embertől a tudomány. Legyetek szenvedélyesek munkátokban és kutatásaitokban.

Hazánk tág teret nyit meg a tudós előtt, neki is meg kell tennie kötelességét — országunkban a tudomány vívmányát mind szélesebb körben kell a gyakorlati életbe átvinnie. Ebben fáradhatatlannak kell lennie.

Mit is beszéljünk arról, hogy milyen nálunk a fiatal tudós helyzete? Hiszen itt enélkül is világos minden. Sokat adnak neki, de sokat is kérnek tőle. Az ifjúság számára, mint a mi számunkra is becsület kérdése — igazolni azt a nagy bizalmat, amelyet hazánk a tudomány iránt tanúsít.“

TARTALOM

AZ OROSZ TUDOMÁNY FORRÁSAINÁL	5
<i>M. V. Lomonoszo</i> v (1711—1765)	17
A DEKABRISTÁK KORTÁRSAI	89
<i>N. I. Lobacserszkij</i> (1793—1856)	95
<i>B. Sz. Jakobi</i> (1801—1874)	128
<i>E. H. Lenc</i> (1804—1864)	136
<i>N. N. Zinyin</i> (1812—1880)	140
A HATVANAS ÉVEKBEN	143
<i>A. M. Butlerov</i> (1828—1886)	144
<i>D. I. Mendelejev</i> (1834—1907)	163
<i>P. N. Jablcskov</i> (1847—1894)	202
<i>A. N. Lodügin</i> (1847—1923)	207
<i>A. G. Sztoletov</i> (1839—1896)	211
<i>A. Sz. Popov</i> (1859—1906)	215
<i>P. N. Lebegjev</i> (1866—1912)	220
<i>V. O. Kovalevszkij</i> (1842—1883)	235
<i>A. O. Kovalevszkij</i> (1840—1901)	243
<i>I. I. Mecsnyikov</i> (1845—1916)	251
<i>I. M. Szecsenov</i> (1829—1905)	260
<i>K. A. Tyimirjaze</i> v (1843—1920)	278
A KOMMUNIZMUS ÉPÍTÉSE ÉS A SZOVJET TERMÉSZETTUDOMÁNY	317
<i>N. Sz. Kurnakov</i> (1860—1941)	360
<i>A. N. Bah</i> (1857—1946)	361
<i>A. E. Ferszman</i> (1883—1945)	366
<i>A. E. Vernadszkij</i> (1863—1945)	368
<i>V. R. Viljamsz</i> (1863—1939)	371
<i>I. V. Micsurin</i> (1860—1935)	383
<i>T. D. Lüszenko</i> (1898)	396
<i>I. P. Pavlov</i> (1849—1936)	412

Műszaki vezető: Gortvai Tivadar.

2601. Franklin-nyomda N. V. Budapest, VIII., Szentkirályi-utca 28.

Felelős: Janka Gyula igazgató.